



ANNALES
TÉLÉGRAPHIQUES

Paris. — Typographie Hennuyer et fils, rue du Boulevard, 7.

ANNALES
TÉLÉGRAPHIQUES

PUBLIÉES

PAR UN COMITÉ COMPOSÉ DE FONCTIONNAIRES

DE L'ADMINISTRATION

DES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES.

TOME VII.

Année 1864.

PARIS

DUNOD, ÉDITEUR,

Précédemment Carilian-Gœury et Victor Dalmont,

LIBRAIRE DES CORPS IMPÉRIAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

QUAI DES AUGUSTINS, 49.

1864

ANNALES TÉLÉGRAPHIQUES

Année 1864. Janvier-Février.

EXPOSITION INTERNATIONALE DE 1862.

RAPPORT SUR LES APPAREILS ÉLECTRIQUES

PAR FLEEMING JENKIN.

Ce rapport est divisé en cinq parties principales. La première ne contient que des réflexions générales suggérées par les appareils exposés. Les quatre autres renferment la description détaillée de ces appareils.

PREMIÈRE PARTIE.

Introduction.

1° *Observations générales.* — Les appareils électriques exposés sont nombreux et excellents, tandis qu'en 1851 le rapport du jury constate qu'ils n'étaient qu'en petit

nombre. De plus, il n'y avait que deux exposants étrangers, tandis qu'aujourd'hui une proportion notable de appareils est fournie en dehors de l'Angleterre.

Ces onze dernières années n'ont été marquées par aucune grande découverte dans la science électrique, ni par aucune application nouvelle bien importante de ses principes. Nous n'avons pas à enregistrer d'invention merveilleuse, telle que le télégraphe électrique, ou quelque force motrice supérieure à celle de la vapeur. Nous devons même avouer que plusieurs tentatives de ce genre n'ont abouti qu'à des déceptions.

Mais nous avons à signaler un grand développement du système télégraphique, et particulièrement l'apparition des câbles sous-marins. Nous avons aussi à parler de perfectionnements considérables des appareils télégraphiques, et d'applications très-heureuses de l'électricité aux appareils de précision et à divers buts pratiques. On est heureux de constater qu'il n'y a pour ainsi dire point à l'exposition d'appareils mauvais ou même médiocres. Le travail de construction est remarquable, et repose sur une intelligence bien nette des effets que l'on peut obtenir avec avantage au moyen de l'électricité. Ainsi toutes les fois que le courant électrique doit être employé pour produire un travail, tel que le déclanchement dans les appareils à mouvement d'horlogerie, la rotation de l'aiguille dans les appareils à cadran, on verra que, dans les instruments exposés, ce travail est réduit à un minimum par la délicatesse de la construction et la légèreté des parties destinées à être alternativement en mouvement et en repos[1]. D'un autre côté toutes les fois qu'un effet mécanique sert au développement de l'effet électrique, on perd

[1] Cette qualité est peut-être portée au suprême degré dans les appareils à cadran du professeur Wheatstone.

le moins de force possible. C'est dans ce but qu'on a cherché à diminuer le poids et le frottement des parties mobiles; qu'on a évité, quand on a pu, les successions rapides de mouvement et de repos, et que, dans beaucoup de cas, on a proportionné avec soin les résistances des diverses parties qui composent un circuit. L'absence d'inventions inutiles bien qu'ingénieuses ressort de ce fait, que les électro-moteurs, ou machines produisant une force motrice par les courants électriques, sont peu nombreux et sans importance.

Les recherches du docteur Joule ont démontré qu'avec les prix actuels des matières premières, il serait inutile d'espérer que la force motrice obtenue par la conversion du zinc en sulfate puisse lutter, au point de vue de l'économie, avec celle qui résulte de la combustion du charbon. Trouvez une pile qui ne consomme qu'une matière bon marché, et il sera temps d'examiner quelles seront les meilleures dispositions à prendre pour convertir le courant voltaïque en effet mécanique. Mais quant aux appareils électriques à signaux et à la lumière électrique, nous voyons au contraire les sources ordinaires de force motrice employées avec succès pour produire des phénomènes d'électricité dynamique. Dans des faits de ce genre nous remarquons l'influence de cette grande et récente découverte, l'*équivalence* ou le rapport bien défini des différentes forces physiques ou naturelles. Cette découverte, qui plus tard apparaîtra clairement comme le triomphe scientifique du siècle, nous permet de mesurer l'insuffisance de nos combinaisons pour la transformation de la force, en comparant l'effet actuellement obtenu avec l'effet maximum qu'on pourrait obtenir; elle pose une limite à nos espérances, et nous montre à quel degré nous nous sommes rapprochés de cette limite. Elle a déjà fait

justice d'une foule d'inventions folles et péchant par la base, et fermé la voie à d'inutiles recherches. Mais, bien que son influence sur les appareils dont nous nous occupons soit évidente, nous ne pouvons signaler aucune invention spéciale qui en soit la conséquence directe et immédiate. Il est à regretter qu'aucun appareil n'ait été exposé pour servir d'exemple et de démonstration de ces lois de corrélation qui sont déjà parfaitement établies.

2° *Construction des lignes télégraphiques.*—L'établissement des communications sous-marines est l'invention la plus remarquable que nous fassent connaître les appareils exposés. En 1851, la possibilité de ces communications avait été déjà démontrée par une correspondance de quelques heures entre Calais et Douvres. Aujourd'hui, après beaucoup de tentatives malheureuses, près de 9,000 milles de câbles sont immergés et fonctionnent, et un fabricant expose à lui seul vingt-huit échantillons de câbles posés avec succès, de 2 à 1,500 milles de longueur. Un spécimen nous montre le simple fil recouvert qui, lors de la guerre de Crimée, servit pendant plusieurs mois à maintenir une communication de tous les instants entre l'Angleterre et nos armées. Un autre nous fait voir le câble avec lequel on traversa l'Océan ; grand succès qui s'évanouit au bout de quelques semaines.

La gutta-percha, proposée comme substance isolante et déjà employée en 1851, est encore considérée comme le meilleur isolateur, et c'est avec satisfaction qu'après onze années d'expérience nous voyons que pas un seul mètre de fil submergé et isolé avec cette matière ne se trouve détérioré. Les défauts reconnus dans les câbles de la mer Rouge, de l'Océan et autres, ne sauraient être attribués, comme on le suppose quelquefois, à l'emploi de la gutta-percha.

Certainement quelques défauts sont provenus d'une fabrication imparfaite, d'autres, d'avaries mécaniques qui se sont produites plus tard ; d'autres encore ont eu pour cause l'absence d'essais électriques suffisants, qui permissent de découvrir à temps les fentes ou autres imperfections ; mais la plupart des lignes sous-marines perdues l'ont été par suite de la corrosion de l'armature extérieure, qui a toujours été suivie de la rupture des câbles en petits fragments impossibles à réparer.

Ces causes de destruction ont été découvertes et éliminées l'une après l'autre avec un tel succès, que les derniers câbles posés ont tous réussi. Les essais électriques en particulier ont atteint une grande perfection, et il serait vrai de dire que ces recherches sur les propriétés électriques des substances employées comme conducteurs et comme isolateurs, et sur les phénomènes qui accompagnent la transmission des signaux, ont été poursuivies avec tant d'activité et de succès, qu'elles forment une nouvelle branche de la science électrique. Tout ce sujet a été dégagé d'empirisme, et s'est soumis à la mesure et au calcul. Tous les jours on fait de nouvelles découvertes, on adopte de nouvelles méthodes d'investigation, et quelques-uns des appareils les plus intéressants de l'exposition ont rapport à cette branche de l'électricité.

Le caoutchouc est la seule substance connue qui puisse remplacer la gutta-percha pour l'isolement des fils sous-marins ou souterrains. En 1851, le caoutchouc avait été condamné comme impropre à ce but, mais depuis, sa préparation a été considérablement améliorée, au point que, sous certains rapports, il est même supérieur à la gutta-percha ; mais au point de vue de la durée, il faut une plus longue expérience pour se prononcer. Un câble court, isolé avec du caoutchouc, va être posé dans le golfe Per-

sique ; des fils recouverts de caoutchouc ont été aussi employés avec beaucoup de succès sur terre dans différentes circonstances.

Il est digne de remarque que le câble de Douvres à Calais, dont M. Brett avait exposé un spécimen en 1851, et qui a été posé dans l'automne de cette même année, continue à fonctionner, et est encore le type des câbles qui ont réussi.

La construction des lignes terrestres, à part quelques perfectionnements de détail, est à peu près la même qu'en 1851. Mais leur développement a été énorme. L'Europe est maintenant couverte d'un réseau qui s'étend jusqu'à Constantinople et, par Saint-Pétersbourg et Moscou, jusqu'au fond de la Russie, aux portes de la Chine. On compte qu'il y a actuellement en Europe 100,000 milles de lignes, et environ 50,000 dans le nord des États d'Amérique. En 1860, l'Inde possédait 11,000 milles de fils, et 136 bureaux. En Australie, il y a 4 à 5,000 milles de lignes qui fonctionnent.

Dans la Grande-Bretagne, la Compagnie électrique et internationale et la Compagnie magnétique possèdent à elles seules près de 11,000 milles de lignes, et 50,000 de fils. En 1851, il n'y avait guère que 10,000 milles de fils. Dans plusieurs de nos principales villes, on a aussi établi des lignes pour l'usage privé. Le succès en a été surtout favorisé par les admirables inventions du professeur Wheatstone.

Les fils souterrains ont été presque totalement abandonnés ; on a reconnu que, dans ces conditions, la gutta-percha et le caoutchouc se détériorent rapidement.

3° *Appareils de transmission.* — Ces appareils ont subi des changements importants. Les instruments à aiguille ou galvanomètres, qu'on vantait en 1851, sont encore

d'un usage général dans notre pays, mais l'appareil Morse s'est beaucoup répandu, et, sur le continent, on l'emploie presque à l'exclusion de tout autre. Seulement, l'ancien récepteur à pointe sèche est remplacé par le récepteur à encre.

Le télégraphe acoustique, par lequel on reçoit au son, et dont Steinheil eut le premier l'idée, a été longtemps négligé; mais il a repris faveur, et il est en usage dans l'Inde, en Amérique et dans la Grande-Bretagne. L'emploi des relais s'est généralement répandu, soit pour la fermeture du circuit local à la station d'arrivée, soit pour la translation. Un grand nombre de beaux appareils de ce genre sont exposés; leur usage a rendu de grands services à la télégraphie.

Le cadran a pris une certaine extension; on en a exposé un grand nombre d'excellents spécimens; ce sont tous, plus ou moins, des modifications et des perfectionnements de ceux qui avaient paru en 1851. D'un autre côté, beaucoup d'appareils, qu'on jugea alors dignes de récompense, ont disparu sans avoir été adoptés en pratique. Il est à remarquer qu'aucun des appareils imprimants exposés en 1851 n'a été adopté d'une manière permanente. De nouveaux appareils se proposant le même but sont exposés aujourd'hui. Puissent-ils être plus heureux que leurs devanciers!

On a exposé des appareils automatiques d'un mérite remarquable. Au moyen de ces appareils, on peut augmenter la vitesse, la régularité, la netteté des signaux, et l'on espère que leur usage permettra de transmettre les dépêches à prix réduits, et par conséquent donnera de l'extension à la télégraphie. Il est à craindre cependant qu'on n'atteigne ce but que lorsque le public préparera lui-même sa dépêche, de manière à réduire à un mini-

mum le travail de la compagnie. Aujourd'hui on peut dire que les compagnies écrivent deux fois les dépêches sans nécessité : une fois à la station de départ, avec le manipulateur, ce qui ne serait pas changé par les transmetteurs automatiques en question, et une fois après la réception. Le système de M. Bonelli dispenserait seul de cette seconde copie ; mais on ne saurait encore se prononcer sur le succès pratique de cet appareil. Il est à craindre que, tant que cette somme de travail restera aux compagnies, le temps que l'on mettrait en transmettant 400 ou 500 lettres par minute, au lieu de 100, ne justifie pas une grande réduction de tarifs, surtout en considérant que l'augmentation de vitesse entraîne plus de difficulté pour interrompre et demander des renseignements. Le succès du timbre-poste est souvent invoqué en faveur de l'abaissement et de l'uniformité des tarifs ; mais l'analogie que l'on suppose entre le service de la poste et celui du télégraphe n'est pas complète. Dans le premier, le prix du transport augmente à peine avec le volume transporté, tandis que dans le second, passé certaines limites, le prix de la transmission augmente presque en raison directe du nombre des dépêches. Ces limites dépendent du nombre de dépêches que peuvent transmettre par jour les employés et les fils, ce qui peut varier beaucoup, selon les systèmes adoptés. Comme des améliorations s'introduisent chaque jour, on abaissera graduellement les tarifs, et toutes les espérances pourront être réalisées ; mais pour le moment notre opinion est qu'aucun changement important ne peut être effectué subitement par les appareils les plus ingénieux de l'exposition.

Nous voyons aussi des appareils à signaux pour les chemins de fer ; quelques-uns sont bons et pratiques ; d'autres ne sont que d'ingénieuses inventions. On ne

saurait trop apprécier l'importance de l'application du télégraphe électrique à la sécurité des personnes; mais il est probable que les systèmes les plus simples sont ceux qui méritent le plus de confiance.

MM. Siemens et Halske, de Berlin, exposent un système adopté dans beaucoup de villes d'Allemagne pour donner l'alarme en cas d'incendie, et M. Prudhomme, de Paris, les sonnettes électriques et signaux employés à l'hôtel du Louvre et dans d'autres grands établissements en France.

4° *Instruments de précision.* — Les instruments de précision les plus remarquables relatifs à l'électricité, sont ceux qui servent à mesurer les différentes quantités électriques. Ces quantités sont au nombre de quatre, et chacune d'elles exige une unité spéciale de comparaison : 1° intensité des courants; 2° quantité d'électricité; 3° force électro-motrice, ou tension; 4° résistance des conducteurs.

La mesure de la résistance a peut-être jusqu'à présent attiré l'attention plus que les autres quantités; des bobines de résistance, basées sur différentes unités arbitraires, sont exposées par la France, la Suisse, l'Allemagne, l'Italie et l'Angleterre. Il n'y en a pas deux, même d'un seul pays, qui soient identiques. C'est un inconvénient aussi grave pour les électriciens qu'il le serait pour les ingénieurs, si chacun choisissait pour unité de longueur la mesure de son propre pied. A part les unités basées sur ce qu'on peut appeler mesure absolue, aucune n'a été choisie en ayant égard aux autres quantités électriques, et encore moins aux unités de force et de travail.

Ce n'est pas ici le lieu de donner une description détaillée du système remarquable adopté par Weber et Thomson pour exprimer ces quantités en unités absolues, choisies d'après les rapports qu'elles ont entre elles, et

avec les unités de force et de travail qu'on ne doit pas perdre de vue, comme étant l'anneau qui relie toutes les mesures physiques ; mais on peut exposer en deux mots l'idée de ce système.

Une pile, ou autre rhéomoteur, ayant une unité de force électro-motrice, produira un courant ayant une unité d'intensité dans un circuit d'une unité de résistance, et fera passer dans ce circuit, dans l'unité de temps, une unité de quantité d'électricité, effectuant une unité de travail, ou son équivalent. Ces rapports ne déterminent nullement la grandeur absolue de la série d'étalons. Weber propose de fixer cette série de différentes manières ; mais la plus convenable (quand les mesures doivent se prendre au moyen d'observations faites avec un électro-aimant) serait sans doute celle dans laquelle la série est fixée par la définition de l'unité de courant, ce courant étant celui qui, à une unité de distance, exerce une unité de force sur une unité de pôle magnétique. La définition de l'unité de pôle magnétique, proposée par Gauss et Weber, dépend à son tour des unités de masse, de temps, de longueur. Ce système admirable, qui finira certainement par être adopté, n'est pas encore assez généralement connu, pour avoir donné naissance à un grand nombre d'appareils destinés à sa démonstration ou à son application pratique.

Néanmoins des appareils sont exposés, au moyen desquels chacun pourrait, avec plus ou moins d'exactitude, faire ces expériences. C'est ainsi que divers constructeurs ont produit des boussoles de tangente, avec lesquelles on peut mesurer l'intensité absolue du courant au moyen de la formule suivante :

$$y = \frac{R^2 H}{L} \text{t ng} D,$$

y étant l'intensité du courant en unités électro-magnétiques,

D, la déviation observée,

R, le rayon de la bobine,

H, la composante horizontale du magnétisme terrestre,

L, la longueur du fil enroulé sur la bobine.

La quantité d'électricité contenue dans une charge statique peut se déduire à l'aide de l'appareil à courants inversés de MM. Siemens et Halske, qui donne une succession de charges si rapide, que la déviation du galvanomètre est permanente : cette déviation peut servir à calculer l'intensité du courant, comme plus haut; le quotient de l'intensité par le nombre de décharges en une seconde donnera la charge statique.

L'électromètre du professeur Thomson donne la mesure directe de la force électro-motrice en unités arbitraires, qui, par un simple coefficient, peuvent être converties en mesures absolues. La force électro-motrice d'une pile pourrait s'obtenir encore plus simplement en multipliant l'intensité absolue du courant dans un circuit donné par la résistance absolue de ce circuit. Les bobines de résistance exposées par M. White, de Glasgow, avaient pour but de représenter en décimales des multiples de ces résistances absolues; mais on peut s'en servir pour comparaison, comme de toute autre, sans égard aux principes qui ont présidé à leur construction. Nous donnons ces exemples pour montrer que l'usage de la série d'unités dont nous avons parlé n'entraîne aucune difficulté d'observation, et n'exige même pas que les expérimentateurs sachent quels sont les principes sur lesquels elles reposent.

Ce système a une grande valeur au point de vue de la science électrique; quand il sera généralement adopté, on pourra comparer les résultats de toutes les observations

faites sur tous les points du globe, et l'expression vague d'une opinion deviendra une mesure définitive. MM. Siemens, Halske et Ce exposent un système excellent pour la comparaison des résistances; l'appareil a pour base le *pont* du professeur Wheatstone, ou *balance électrique*, comme on devrait plutôt l'appeler. En 1851, on n'avait pas exposé de bobines de résistance, bien que le rhéostat et les bobines de résistance du professeur Wheatstone eussent été décrits dans les *Philosophical transactions* dès l'année 1843.

Deux nouvelles formes de galvanomètre sont exposées : 1° le galvanomètre marin du professeur Thomson, qui permet de faire à la mer des observations précises de toute sorte et par tous les temps; 2° la boussole de tangente conique de Gaugain, qui a pour but d'assurer une proportion plus parfaite entre l'intensité des courants essayés et les tangentes des angles observés.

Parmi les instruments de physique, il faut comprendre les chronoscopes, dont aucun modèle n'a été produit par des artistes anglais. Le professeur Wheatstone a publié en 1840 la première description d'un instrument de ce genre, et depuis lors les inventeurs s'en sont beaucoup occupés en Europe. Ils ont principalement été employés à la mesure de la vitesse des projectiles. On peut se faire une idée de la perfection à laquelle les chronoscopes ont été amenés d'après le fait avancé par MM. Hardy et Gloesener, qu'il est possible d'obtenir des résultats exacts en deux points de la trajectoire qui ne sont distants que d'un ou deux *yards*. Cependant il est encore possible de perfectionner les méthodes qui donnent à l'appareil un mouvement constant ou parfaitement uniforme.

On a exposé aussi différentes sortes de chronographes, qui servent à enregistrer l'instant où se fait une observa-

tion astronomique ou autre. L'instrument de M. Krille, d'Altona, nous paraît mériter une mention spéciale.

Nous pouvons citer maintenant les appareils pour le réglage automatique des électrodes de charbon des lampes électriques. Il n'y a pas moins de huit inventions de ce genre ; les unes s'appliquent plutôt aux expériences optiques; d'autres, aux signaux ; d'autres, aux phares. On pourrait trouver quelque défaut à chacun de ces instruments, mais il est impossible de fixer les yeux sur la lumière calme et constante de M. Holmes, ou de voir éteindre et rallumer à distance, vingt fois à la minute, la lampe de M. Serrin par un simple contact ou une interruption de courant, sans reconnaître que les lampes électriques sont destinées à être classées plutôt parmi les applications pratiques de l'électricité que parmi les instruments de précision.

Nous remarquons aussi des bobines d'induction, au moyen desquelles des courants d'une intensité extraordinaire sont développés dans des bobines dont le fil est relativement court. Les recherches de M. Gassiot ont donné à cet appareil un intérêt nouveau. Des tubes pour montrer la décharge dans le vide et dans les gaz raréfiés, dans toute sorte de conditions, sont exposés par M. Ladd ; mais un grand nombre sont fabriqués en Allemagne.

Un thermomètre de résistance, un thermomètre enregistreur, un régulateur du courant sont autant d'inventions précieuses que nous décrirons en détail.

La grande impulsion donnée à l'étude de l'électricité dynamique par son application à la télégraphie a quelque peu détourné l'attention des phénomènes statiques. Cependant M. Varley expose un appareil intéressant pour la production de charges statiques à haute tension et en quantités considérables, sans friction ni action chimique.

Il produit cet effet par la transformation directe de la force mécanique en effets électriques, au moyen de l'induction. On voit aussi de beaux spécimens de machines avec des disques en *vulcanite* ou caoutchouc durci.

Le professeur Thomson a remédié à l'absence d'un bon électromètre météorologique, dont on se plaignait en 1851, par l'appareil portatif qu'a exposé M. White, de Glasgow.

On n'expose point de perfectionnements dans les aimants ou les électro-aimants n'ayant pas rapport aux appareils télégraphiques, ni aucun appareil nouveau concernant les courants thermo-électriques. L'Université de Pavie expose une collection d'appareils, maintenant bien connus de tout le monde, mais très-intéressants en ce qu'ils ont appartenu à Volta.

5° *Applications de l'électricité autres que la télégraphie.* — Les applications de l'électricité aux arts industriels ne sont remarquables ni par le nombre ni par l'importance. La galvanoplastie, probablement la plus importante de toutes ne se trouve pas représentée.

Des appareils médicaux sont exposés par Bellhouse, Pulvermacher, Moreau et d'autres. La critique de ces instruments ne peut être faite que par des hommes de l'art.

Les horloges électriques sont représentées par plusieurs beaux spécimens de l'ancien système, et par deux nouveaux systèmes fort remarquables. Dans l'un d'eux, celui de M. Jones, l'horloge est réglée par une horloge type, au moyen du ralentissement ou de l'accélération du pendule, produits par l'action électro-magnétique qu'exercent sur ce pendule des courants passant dans une bobine à chaque oscillation. Avec cette disposition, une interruption momentanée du circuit ne produira pas une erreur sensible, et même une interruption permanente n'arrêtera pas l'horloge. Le second est exposé par M. Bré-

guet, de Paris, et consiste à mettre une ou plusieurs autres horloges d'accord avec le régulateur une fois par heure, ou toutes les six ou douze heures, au lieu de le faire à chaque oscillation. Ce système offre, entre autres avantages, celui d'éviter la difficulté d'obtenir les contacts nécessaires du régulateur sans altérer la régularité de sa marche.

La lumière électro-magnétique est une découverte importante, dans laquelle la force de la vapeur est substituée à la pile, pour engendrer le courant nécessaire. Il est probable que cette invention permettra de propager l'usage de la lumière électrique dans les phares et ailleurs.

Deux causes s'opposent à l'adoption de l'électricité comme agent mécanique : on dirige facilement la force, mais elle est comparativement faible, et des ouvriers ordinaires sont incapables de découvrir et de corriger les défauts qui peuvent se présenter dans le circuit. Un œil peu exercé pourra souvent découvrir ce qui pèche dans un mécanisme, mais pour des communications électriques, un électricien même habile pourra rester quelque temps sans reconnaître la cause d'un dérangement. Il s'ensuit que le public a sans doute raison d'éviter l'emploi de l'électricité toutes les fois qu'il peut atteindre son but par des moyens mécaniques.

SECONDE PARTIE.

Construction des lignes télégraphiques.

1° *Câbles sous-marins qui ont réussi.* — Le premier câble sous-marin qui fonctionna régulièrement fut fabriqué par MM. Newall et Ce, et posé par M. Crampton pendant l'automne de 1851, entre Douvres et Calais, distance de 27 milles. Des spécimens de ce câble, qui fonctionne encore, sont exposés par la Compagnie du télégraphe

sous-marin et par M. Brett, le fondateur de cette compagnie, qui en avait déjà exposé un échantillon en 1851. Ce câble est composé de la manière suivante : 4 conducteurs en cuivre n° 16 (0,065 pouce de diamètre), recouverts séparément de gutta-percha jusqu'à la grosseur d'un fil n° 2 (0,284 pouce de diamètre), puis de chanvre goudronné, sont câblés ensemble, et le tout est recouvert de nouveau de chanvre goudronné. L'armature extérieure se compose de 10 fils n° 1 (0,3 pouce de diamètre), enroulés en hélice. Ce câble pèse environ 6 tonnes par mille terrestre.

Dans les câbles qui vinrent ensuite, et dont nous voyons de nombreux échantillons, le simple fil de cuivre qui forme l'âme a souvent été remplacé par un toron de fils, afin de diminuer les chances d'une solution de continuité à l'intérieur de la gutta-percha, et d'obtenir une plus grande flexibilité. La qualité de la gutta-percha a été, dans ces derniers temps, considérablement améliorée, et on l'a combinée avec un vernis connu sous le nom de *composition Chatterton,* qui possède plusieurs propriétés précieuses. Dans certains cas, on a beaucoup augmenté les dimensions du cuivre et de la gutta-percha; quelquefois on n'a employé qu'un conducteur; d'autres fois on en a mis jusqu'à six. L'armature extérieure a été formée tantôt de gros fils, tantôt de petits fils. Parfois on les a recouverts, chacun séparément, de chanvre, afin d'alléger le câble; ou bien on a recouvert le tout ensemble de chanvre et de bitume, pour le protéger contre l'oxydation. Enfin on a proposé et adopté beaucoup de petites améliorations; néanmoins celui qui a été posé cette année par la Compagnie électrique et internationale, entre l'Angleterre et la Hollande, est, dans toutes ses parties essentielles, le même que celui de Douvres à Calais.

La Compagnie du télégraphe sous-marin possède main-

tenant cinq câbles, dont la longueur totale est de 835 milles, et qui contiennent 2,575 milles de fils isolés. Elle expose des spécimens de chacun de ces câbles. Nous avons déjà décrit le premier. Le second a été posé en 1853 par MM. Newall et Ce, entre Douvres et Ostende, distance 80 milles 1/2. Il renferme 6 conducteurs recouverts comme le précédent, et protégés par 12 fils de fer n° 2. Le troisième et le quatrième, qui relient l'Angleterre au Danemark et au Hanovre, ont été posés par MM. Glass, Elliot et Ce. Enfin le câble de Beachy-Head à Dieppe, long de 80 milles, contient 6 conducteurs en fil de cuivre n° 16, recouverts jusqu'à l'épaisseur d'un fil n° 1, et protégés par 12 fils de fer n° 1. Ce câble avait été construit en 1854 pour une ligne de Sardaigne à Alger; une partie fut perdue après une tentative malheureuse de relèvement, et le reste fut posé par M. Henley, en 1861, à travers la Manche.

Glass, Elliot et Ce exposent une vaste collection de spécimens des câbles posés avec succès par eux dans les grandes et les petites profondeurs. Ces câbles atteignent ensemble une longueur de près de 4,000 milles et renferment plus de 6,700 milles de fils isolés. A part quelques exceptions insignifiantes, ils fonctionnent encore tous.

Ils ont tous été fabriqués d'après le type ordinaire, à l'exception de ceux de France à Alger et de Toulon à Ajaccio. Ces câbles de mer profonde étaient recouverts de fils d'acier, et chacun de ces fils avait une enveloppe de chanvre appliquée de manière à consolider aussi bien qu'à alléger le câble.

Ce câble aurait mérité une description plus détaillée, si l'on n'avait dû renoncer à l'emploi de ce modèle pour les motifs suivants : le chanvre est attaqué par une espèce de taret, et, d'après MM. Glass et Elliot, il serait sujet à former des coques.

Le taret détruit le chanvre rapidement; il ne reste bientôt plus que des fils sans consistance, qu'on ne peut relever pour les réparations. Ces animaux ont aussi attaqué la gutta-percha; et, bien que jusqu'à présent ils ne l'aient pas attaquée très-profondément, on doit assurément éviter leur présence, comme une source de danger. On les trouve à toute profondeur.

L'armature des câbles de l'île de Man et de Wexford est protégée contre la rouille par une composition de bitume et de chanvre patentée par M. Latimer Clark. Ce système a pris faveur rapidement. Le câble de Malte à Alexandrie, posé dernièrement par les soins de MM. Gisborne et Forde pour le gouvernement anglais, est remarquable par sa longueur et les dimensions du conducteur, et par la manière dont il a fonctionné depuis son immersion.

2° *Câbles qui n'ont pas réussi. Causes de leur perte.* — Le développement de la télégraphie sous-marine ne s'est pas fait sans de graves accidents. Le câble transatlantique posé en 1858, fonctionna pendant trois semaines, puis manqua tout à fait. Un spécimen de ce câble célèbre est exposé par M. Brett.

Le câble de Suez à Aden fonctionna pendant neuf mois, et fut interrompu quelques jours avant l'achèvement de la ligne d'Aden aux côtes de l'Inde. En ce moment il est hors de service, à l'exception d'une petite partie de Suez à Jubal.

L'âme de ce câble est exposée par la Compagnie de la gutta-percha, et l'armature extérieure ressemble à celle du câble de Dacca au Pégu exposé par M. Henley. On adopta un câble pareil pour relier Singapore à Batavia; il s'est brisé plusieurs fois, mais comme il se trouve dans des eaux peu profondes, on a pu de temps en temps le réparer. Les câbles de Malte à Corfou et de Malte à Cagliari, assez semblables au précédent, ont duré plusieurs

mois. L'âme de ces câbles est exposée par la Compagnie de la gutta-percha. Différentes autres lignes, bonnes d'abord, ont été complétement abandonnées. Aucun de ces câbles n'avait été essayé sous l'eau après sa fabrication, et tous avaient une armature de petits fils de fer pesant ensemble environ 15 quintaux par mille.

Ces deux circonstances suffisent parfaitement pour expliquer la perte de ces câbles. En effet, aucune expérience électrique ne peut manifester l'existence de fentes dans l'enveloppe isolante, à moins que de l'eau ou un autre corps conducteur ne pénètre dans ces fentes et n'établisse une communication entre l'intérieur et l'extérieur du câble. On ne doit pas s'étonner que des fentes se rencontrent toujours dans un long câble. Comment espérer que des centaines de milles d'une enveloppe mince et molle soient parfaits du premier coup, ou restent intacts pendant l'application de l'armature en fer?

Aussi, toutes les fois qu'on a immergé un long câble sans l'avoir préalablement essayé sous l'eau, des pertes se sont manifestées peu après la pose. Trop souvent les fentes ou petits trous qui causaient ces pertes ont été soumis à l'action de fortes piles, qui, par la chaleur et l'action chimique qu'elles développent, augmentent la perte et la destruction graduelle et certaine des câbles. La seconde cause de destruction, savoir la faiblesse de l'armature, forme avec la première une coïncidence curieuse. Les ingénieurs craignaient de conserver les câbles sous l'eau pendant la fabrication, de peur que les fils de l'armature ne fussent attaqués par la rouille et exposés à se rompre pendant la pose. On les conservait au sec, et pour presque tous la pose s'étant effectuée sans accident, on la considérait comme un succès. On supposait qu'après la pose ces fils pouvaient, sans danger pour l'âme, être rongés par

l'oxydation. L'expérience a prouvé le contraire : tant que l'armature a duré, les câbles ont souvent continué à fonctionner, malgré les défauts de l'enveloppe isolante ; mais dès que l'armature s'en est allée par morceaux, les câbles se sont brisés par petits bouts. Ce fait a été observé dans l'Atlantique, la mer Noire, la mer Rouge, la Méditerranée, dans les eaux peu profondes, comme à mille brasses de profondeur. Le fil de fer n'est pas rongé uniformément en entier ; mais dans certains endroits, il disparaît complétement, et alors la gutta-percha se sépare fréquemment du fil de cuivre. Les ingénieurs ne sont pas d'accord sur les causes de ces ruptures : les uns pensent que les câbles ont été posés dans un état de tension, de sorte qu'ils se contractent lorsque les fils de fer manquent sur un point ; d'autres admettent que les câbles ont suivi les inégalités du fond de la mer, mais aucune de leurs explications ne nous semble rendre suffisamment compte de la généralité du phénomène, qui mérite un nouvel examen. — En attendant, l'emploi de fils de fer d'un fort diamètre paraît être une bonne garantie contre le danger, car jusqu'à présent aucun de ces câbles ne s'est rompu, comme ceux dont nous venons de parler.

Nous avons déjà dit que, comme sécurité de plus, on avait encore protégé les câbles au moyen d'une enveloppe bitumée. Il est inutile d'ajouter qu'aujourd'hui pas un ingénieur ne voudrait procéder à la pose d'un câble qui n'aurait pas été constamment et soigneusement essayé sous l'eau.

Il y a maintenant plus de 5,000 milles de câbles qui fonctionnent, et ils renferment plus de 9,000 milles de fils. La plus grande partie reposent à des profondeurs inférieures à 100 brasses, et l'on peut dire qu'il n'y a pas de perfectionnement à chercher pour ces sortes de câbles.

3° *Nouvelles formes proposées pour les câbles des grandes profondeurs.* — On ne saurait dire encore qu'on a résolu le problème qui consiste à déterminer la meilleure forme des câbles destinés aux mers profondes.

Sans doute quelques-uns de ces câbles ont réussi, mais un grand nombre ont été perdus, pour les causes que nous avons mentionnées. L'emploi de gros fils pour armature est un remède qu'on ne peut guère appliquer aux câbles dont nous nous occupons, eu égard au poids, au prix de revient et aux difficultés de la pose. Aussi a-t-on présenté beaucoup de nouveaux modèles, mais ils reposent souvent sur une fausse appréciation des défauts du type ordinaire. On a beaucoup exagéré la difficulté de l'immersion des câbles dans les eaux profondes. Peu de câbles se sont rompus pendant l'opération, et la plupart se sont rompus par suite d'accidents qui pouvaient arriver avec n'importe quelle forme de câble.

Un câble ordinaire peut être facilement posé à des profondeurs inférieures à 1,000 brasses, et peut être relevé avec la même facilité, tant que l'armature extérieure reste intacte. On a aussi exagéré le danger des coques; avec des précautions convenables, il s'en forme rarement, et sur 100 coques il n'y en a pas une qui fasse du mal. Si les petits fils de fer ou d'acier pouvaient être efficacement protégés contre l'oxydation, il y aurait peu à dire contre la forme ordinaire de ces câbles.

La Compagnie de la gutta-percha expose un modèle excellent mais dispendieux, dans lequel chaque fil de fer, ou plutôt chaque toron de fils, est enveloppé de gutta-percha.

M. W. Hooper présente des échantillons, dans lesquels le caoutchouc vulcanisé est employé au même but, et un autre échantillon dans lequel l'armature métallique est

enfermée dans un cylindre de vulcanite. Le caoutc
est la substance isolante employée.

M. T. Allan propose d'entourer le conducteur en cu
de fils d'acier, et de recouvrir le tout de gutta-per
comme à l'ordinaire ; il supprime les fils de fer extérie
et les remplace par une enveloppe de toile saturée de
marine et d'asphalte. Il obtient ainsi un câble léger
peut porter plus de 7,000 brasses de sa longueur d
l'eau. Considéré au point de vue électrique, un tel câ
ne vaudrait pas un conducteur formé d'un toron de f
de cuivre égal en poids au conducteur mixte, et reco
vert de la même quantité de gutta-percha. Mais on pou
rait diminuer cette infériorité en augmentant le poi
des substances employées. D'un autre côté, le câble d
M. Allan est certainement moins exposé à se rompre, o
à être endommagé par un excès de tension, qu'un simpl
toron de fils de cuivre. On regarde généralement comm
imprudent de laisser la surface extérieure sans protection
ainsi que le propose M. Allan, et il est à craindre que l
contact des deux métaux différents qui composent le conducteur ne détermine quelque action chimique fâcheuse.
Il est à regretter que le câble de M. Allan n'ait jamais été
essayé en pratique. Si l'on pouvait obtenir le fil d'acier
en quantité suffisante, le câble de M. Allan serait meilleur
marché et plus léger que les autres.

MM. Siemens, Halske et Ce ont des spécimens de câbles sous-marins particulièrement destinés aux eaux profondes, et qu'ils décrivent de la manière suivante :

« Le fil isolé est recouvert d'une double corde de chanvre très-solide, saturée de goudron de Stockholm et appliquée en spirale sous une forte tension, les deux couches tournant en sens contraire l'une de l'autre. Le tout est enveloppé de bandes de cuivre très-serrées, appliquées en

le, de manière que chaque tour recouvre une partie our précédent. Cette armature ressemble à des écailles oisson, et offre une protection parfaite, sans être dé- vue de flexibilité. »

M. Siemens ajoutent que le cuivre phosphoré ou cui- rouge dont ils se servent n'est pas attaqué par l'eau mer, et qu'il peut rester en parfait état pendant un nd nombre d'années ; la résistance de ce câble, au point vue de la traction, sa faible pesanteur spécifique, ainsi e sa durée, permettraient, au bout de longues années, le relever à de grandes profondeurs. C'est certainement n câble solide et léger, peu sujet à se former en coques, ilement maniable, et suffisamment protégé à l'extérieur. Il s'allonge à peine d'un demi pour 100 avec moitié de son poids de rupture, et un câble qui n'a que 3/8 de pouce de diamètre, ne se rompra pas au-dessous de 15 quintaux (= 762 kilogrammes). La pose en serait donc facile et sans danger. Quant à la durée de l'armature, il est permis de douter que l'opinion de MM. Siemens soit justifiée par l'expérience. Il est très-difficile d'obtenir deux spécimens de cuivre dont les propriétés électriques soient identiques, et la moindre différence de composition entre deux bandes de ce métal pourrait développer une action galvanique, qui aurait pour résultat d'altérer promptement, au moins sur quelques points, une enveloppe métallique aussi mince. Le chanvre, une fois mis à découvert, se détériorerait rapidement ou serait rongé comme les câbles recouverts de petits fils de fer.

Il peut se faire que l'expérience prouve que ces craintes ne sont pas fondées ; MM. Siemens constatent que, pendant plusieurs mois, ils ont conservé des échantillons, composés de différentes sortes de cuivre, dans de l'acide sulfurique étendu, sans qu'aucune action destructive se

manifestât. La plupart des ingénieurs désireront sa
doute que l'on essaye cette nouvelle forme de càble, sa
oser pour cela en accepter la responsabilité ni en conseill
l'usage.

Cette forme de câble semble propre à différents usag
terrestres, tels que télégraphie militaire, cible électriqu
mines, etc. Le prix de l'armature est à peu près le mêm
que celui des fils de fer, mais le câble est plus léger et pl
facile à manier.

M. J. Rogers expose des échantillons de fils isolés au
tour desquels des cordes de chanvre sont habilemen
tressées, de manière à former une enveloppe protectric
efficace et d'une grande flexibilité. De plus ce càble n'es
pas sujet aux coques. Cette forme semble convenir pou
certains usages, tels que chronoscopes, cibles électri-
ques, etc., où l'on est obligé de changer souvent de plac
des longueurs peu considérables de fil isolé; mais elle ne
conviendrait pas pour des càbles sous-marins. Quoiqu
solide, ce câble serait sujet à s'allonger beaucoup, et l'âme
pourrait ne pas résister à un mouvement violent. Le taret,
qui, ainsi que nous l'avons dit, attaque presque toujours
le chanvre qui est à nu, rongerait promptement les cor-
des, et laisserait un simple fil recouvert, qui serait proba-
blement bientôt endommagé, et qu'on ne pourrait jamais
relever. Le chanvre, par la nourriture qu'il offre à ces
animaux, au lieu d'être une enveloppe protectrice, ne
serait qu'une source de danger.

MM. Hall et Wells exposent un câble pour mer profonde,
dans lequel les fils extérieurs sont appliqués parallèle-
ment au conducteur. Ils sont maintenus dans cette posi-
tion par du chanvre tressé d'une façon ingénieuse et en-
veloppant chaque fil, de sorte qu'on croirait le càble
recouvert de chanvre seulement. Ce câble est très-peu

extensible ; il se forme difficilement en coques, et peut aisément se poser à toute profondeur. Mais il ne durerait pas plus que le câble de Toulon à Alger dont nous avons déjà parlé.

M. C. Duncan expose des spécimens dans lesquels l'armature en fer est remplacée par du rotin ; un câble de ce modèle, ayant un pouce de diamètre, porte plus de deux tonnes, et ne pèse pas trois quarts de tonne par mille. Il est assez facile de construire un câble qu'on puisse poser aisément à toute profondeur, sans recourir à des morceaux de roseau aussi courts pour former l'enveloppe. La difficulté est de trouver une substance durable, qui conserve sa force et protége le câble après l'immersion. M. Duncan, d'après une expérience faite en Chine, croit que le rotin durerait plus que les fils de fer. Nous ne partageons pas cette opinion, mais nous avouons que les propriétés principales du rotin nous sont inconnues. M. Duncan affirme que, quant à la fabrication, il en a vaincu les difficultés.

M. E.-B. Sharpe présente des échantillons de câbles, dans lesquels l'armature ordinaire appliquée en spirale, ou plutôt en hélice, est remplacée par des fils longitudinaux maintenus par une corde de chanvre ou un fil de fer, ou tous les deux combinés. Ce câble a pour but d'éviter l'inconvénient suivant que l'on suppose exister : de même, dit-on, qu'un fil en spirale ou en hélice s'allonge sous la moindre traction, de même un câble recouvert d'une série d'hélices doit s'allonger aussi, au détriment des fils intérieurs. A notre époque, où l'on fait un si grand cas de l'expérience, il semble incroyable que ce raisonnement ait trouvé des défenseurs et ait été soutenu même par des journaux scientifiques. Il suffit de toucher un morceau de câble ordinaire pour que l'erreur saute aux

yeux, et l'expérience directe prouve que ce câble, bien in
mergé, ne s'allonge guère plus qu'une barre de fer sou
la même tension. Ainsi il résulte des expériences faite
pour le gouvernement, par MM. Gisborne et Forde et pa
M. Siemens, que le câble de la mer Rouge, recouvert de 1
fils, et d'environ 0,74 pouce de diamètre, portait de 70
80 quintaux (3,550 à 4,060 kilogr.), et s'allongeait de 0,5
à 1 pour 100 avant de se rompre, tandis que de simple
fils, d'un diamètre un peu plus grand, portaient de
à 4 3/4 quintaux (200 à 240 kilogr.), et s'allongeaient d
0,40 à 0,52 pour 100 avant de se rompre. Il est facile d
voir que l'hélice vide s'étend en diminuant de diamètre,
tandis que les fils d'un câble étant serrés les uns contre
les autres, et formant un cercle complet, le diamètre ne
peut diminuer qu'autant que chaque fil serait plié en
ovale : en effet on peut considérer chaque fil comme
un arc sur lequel une pression égale exercée sur tous
les points serait sans effet. La faible extension observée
dans le câble, comparativement à celle d'un fil plein,
provient d'une légère diminution de diamètre, causée par
le rapprochement plus parfait des fils pendant la traction.
Cet effet sera d'autant moins sensible que la pose aura été
mieux effectuée. Il n'y a ni pression latérale, ni allongement de quelque importance qui puisse nuire à l'âme délicate et extensible du câble. Il faut avouer que le grand mérite des câbles actuels, recouverts de fils de fer, est de protéger efficacement l'âme contre tout accident mécanique.

Le faisceau de fils proposé par M. Sharpe serait beaucoup plus facilement déformé que l'armature ordinaire; il serait moins flexible, et supporterait beaucoup moins les efforts violents auxquels un câble est nécessairement exposé. Il serait moins sujet aux coques ; mais nous avons déjà dit qu'on avait beaucoup trop exagéré ce danger.

4° *Substances isolantes pour les câbles sous-marins.* — La gutta-percha et le caoutchouc sont les seules substances qu'on ait employées jusqu'ici pour isoler les conducteurs sous-marins.

MM. Silver et Ce exposent des fils isolés avec le caoutchouc; un spécimen long d'un mille avait été fabriqué en 1860, et le rapport du comité du *Board of trade* lui avait été favorable. Ils ont aussi des échantillons d'un câble d'environ 3/4 de pouce de diamètre contenant 50 fils isolés, et employé avec succès par la Compagnie universelle des télégraphes privés à Londres et ailleurs. MM. Silver isolent leurs fils en les entourant d'une ou plusieurs bandes de caoutchouc, et plongeant le tout dans de l'eau bouillante pendant une demi-heure.

MM. Wells et Hall exposent aussi divers échantillons de fils isolés avec le caoutchouc, un entre autres destiné à un petit câble qui va être posé dans le golfe Persique.

MM. Siemens, Halske et Ce exposent des fils isolés d'abord avec du caoutchouc, puis recouverts de gutta-percha. On voit la machine ingénieuse au moyen de laquelle ils appliquent le caoutchouc. Le procédé repose sur la propriété qu'ont deux surfaces de caoutchouc d'adhérer ensemble lorsqu'elles sont fraîchement coupées et pressées l'une contre l'autre. Deux rubans de caoutchouc sont disposés longitudinalement de chaque côté du fil. Les bords, coupés par un laminoir, sont rapprochés en passant entre deux cylindres et se soudent immédiatement. On applique plusieurs couches, de manière que les soudures de la seconde couche se trouvent à angle droit par rapport à celles de la couche précédente. Puis on ajoute la gutta-percha par les procédés ordinaires. De cette manière le caoutchouc n'est ni échauffé ni étiré, et l'on évite les vides qui accompagnent les spires du procédé Silver.

Les bandes de caoutchouc, employées pour l'isolemer des fils, furent d'abord soudées au moyen de dissolvant: mais le caoutchouc se détériora rapidement. On employ ensuite la chaleur; mais on remarqua que, dans plusieur circonstances, beaucoup de spécimens ainsi préparés s changèrent en une substance visqueuse, non-seulemen à l'extérieur, mais même à la partie interne touchant l cuivre. On ne s'explique pas la cause de ce changement Les uns disent que cela tient au procédé dont on se ser pour pétrir le caoutchouc avant de le couper en bandes d'autres blâment l'emploi de la chaleur comme moyen d soudure; d'autres prétendent que la tension du caout chouc, au moment où il est appliqué en bandes, en altère la structure; d'autres enfin recherchent la cause du ma dans l'action chimique produite par le contact du cuivre et du caoutchouc, et il est probable qu'une couche d'étain ou de vernis sur le cuivre empêcherait jusqu'à un certain point la décomposition. Jusqu'à présent l'analyse chimi- que n'a pu expliquer la nature de ce changement. Appli- qué à froid et sans tension, le caoutchouc de M. Siemens, à ce que nous sachions, ne se décompose pas. Mais à moins d'être recouvertes de gutta-percha, les bandes lon- gitudinales sont sujettes à s'ouvrir au bout d'un certain temps.

M. Hooper expose des spécimens préparés par un pro- cédé qui semble empêcher la décomposition du caout- chouc. Il enveloppe d'abord le cuivre d'un ruban de caoutchouc, puis il le recouvre avec ce qu'il appelle un *séparateur,* matière qui consiste en feuilles d'étain, fils de fer, oxyde de zinc, etc. Par-dessus le tout il applique du caoutchouc mêlé en certaines proportions avec du sou- fre, et il expose le câble pendant quelque temps à une température suffisamment élevée pour vulcaniser l'enve-

loppe extérieure. Cette température réduirait le caoutchouc pur, s'il n'était protégé, en une masse semifluide ; mais avec les enveloppes dont nous avons parlé, le caoutchouc intérieur se forme en masse compacte, qui ne conserve plus trace des joints primitifs.

L'emploi du séparateur a pour but d'empêcher le soufre d'attaquer le caoutchouc intérieur, au point d'arriver jusqu'au cuivre, ce qui pourrait nuire aux propriétés isolantes de cette substance.

M. Hooper ne considère pas le caoutchouc vulcanisé extérieur comme très-utile à l'isolement, lorsqu'on emploie pour séparateur des fils de fer qui doivent donner de la solidité au câble. Il est à regretter que ce procédé n'ait été essayé jusqu'à présent que sur de très-petites longueurs. Les soudures semblent difficiles à faire, car il faut que l'enveloppe extérieure soit soumise exactement à une température donnée pendant un temps donné, et l'enveloppe intérieure ne peut se préparer sans l'enveloppe extérieure. M. Hooper prétend avoir surmonté cette difficulté. Il reste à savoir si, dans la pratique, M. Hooper, en évitant un inconvénient, n'a pas rencontré quelque nouveau danger provenant de la complication même de son procédé.

La Compagnie de la gutta-percha expose des spécimens de fils isolés, qu'elle a fournis pour 51 câbles sous-marins, pendant les onze dernières années. Quelques-uns ont manqué, et il est certain que la perte de plusieurs de ces câbles a été causée par un défaut d'isolement, provenant d'une fabrication défectueuse, ou de mauvais traitement après la fabrication.

Il faut beaucoup d'habileté pour faire de bonnes soudures entre deux longueurs de fil recouvert. Les extrémités du conducteur en cuivre sont soudées ensemble, et

l'on applique à la main l'enveloppe qui doit recouvr
soudure. Si la gutta-percha dont on se sert est trop ch
fée, ou salie, ou mal manipulée, l'adhésion entre la n
velle substance et l'ancienne est imparfaite, et la soud
bien qu'elle paraisse bonne, même après essai, s'ou
graduellement et peut laisser pénétrer l'eau jusqu'au
vre. Le mal est encore augmenté par l'action du coura
Le cuivre est rongé et finit par se rompre. Les soudu
faites par une main expérimentée sont aussi solides
toute autre partie du câble. Mais la facilité apparente
l'opération tente quelquefois des hommes novices, et
trop grande précipitation compromet tout le travail. Il
a pas de raison pour supposer que les fils recouverts
caoutchouc exigeraient des soudures moins nombreu
ou que ces soudures présenteraient moins de danger.
contraire, on se sert quelquefois d'acides pour cette o
ration, et l'emploi en a été proscrit dans la fabricati

On a trouvé dans certains fils isolés de nombreu
bulles d'air; ces cavités, par l'effet de la pression, se re
plissent d'eau, et quelquefois, sous l'action de coura
énergiques, produisent des pertes en établissant une co
munication avec la mer. On croit que la Compagnie
la gutta-percha, dans les derniers câbles qu'elle a fab
qués, a complétement évité ce défaut.

La gutta-percha se ramollit au-dessus de 110° Fa
renheit, ce qui peut être une cause d'accidents; c'est au
une substance qui peut se couper facilement et su
d'autres altérations mécaniques. Les deux premiers d
fauts que nous avons mentionnés sont des défauts pra
ques : on ne les aurait jamais découverts dans des spé
mens de peu de longueur. Les qualités de cette substan
sont si grandes, qu'on peut sans inconvénient mettre
imperfections à découvert. Plus de 20,000 milles de

isolé au moyen de la gutta-percha ont été posés jusqu'à ce jour; plusieurs centaines de milles ont été relevés, après être restés submergés plusieurs années dans différentes parties du globe, en eau basse et à des profondeurs de 1,000 à 1,500 brasses; on n'a pas trouvé un morceau de ces câbles dont la gutta-percha fût détériorée. Les fils recouverts de gutta-percha peuvent être courbés, mis en coques, noués, sans être sensiblement endommagés, et les propriétés électriques de cette substance ont été singulièrement perfectionnées par les fabricants. Pour faire voir la perfection à laquelle on est arrivé dans la fabrication, au point de vue purement mécanique, la Compagnie de la gutta-percha expose un fil de cuivre de 1/500 de pouce de diamètre, recouvert de gutta-percha de manière à avoir un fil de 1/55 de pouce de diamètre. Ce petit fil isolé pèse environ une livre par mille marin. Une feuille, exposée par la même compagnie, mesure 12 pieds sur 10, et pèse 30 grains par pied carré.

La commission du *Board of trade* trouva que l'isolement du caoutchouc de MM. Silver était deux fois aussi bon que les spécimens ordinaires de gutta-percha; mais depuis on produisit un échantillon de gutta-percha qui égalait le caoutchouc. Des expériences, faites récemment par nous-même, semblent montrer que la gutta-percha, telle qu'on la prépare aujourd'hui, est le meilleur isolateur pour les câbles sous-marins.

Nous appelons *résistance spécifique* la résistance qu'oppose un pied cube au passage du courant d'une face à l'autre. La substance employée par MM. Silver a une résistance spécifique double de celle du câble de la mer Rouge, et la gutta-percha du câble de Malte à Alexandrie a une résistance presque double de celle du caoutchouc de MM. Silver.

Mais la question du mérite relatif de ces deux substances au point de vue de l'isolement, quoique longtemps controversée, est absolument sans importance. Toutes deux isolent suffisamment bien pour la pratique; on peut s'en convaincre par le fait suivant : le courant reçu à travers 2,000 milles du câble de Malte à Alexandrie, maintenu à 60° Fahrenheit, ne serait que de 0,7 pour 100 plus faible que celui d'un câble parfaitement isolé, ou, en d'autres termes, recouvert d'une substance d'une résistance infinie [1]. Une amélioration dans l'isolement ne servirait donc qu'à réduire cette proportion insignifiante.

Quand l'isolement est aussi bon, il n'a que peu ou point d'effet sur la vitesse avec laquelle les signaux peuvent être transmis. Cette vitesse dépend d'une seconde propriété électrique : la capacité inductive de l'isolateur, ou, en d'autres termes, la quantité relative de la charge statique que la même source d'électricité pourrait produire dans une bouteille de Leyde, de dimensions équivalentes, avec un diélectrique formé des différentes substances isolantes. Sous ce rapport, le caoutchouc est certainement supérieur à toutes les gutta-percha produites jusqu'à ce jour.

MM. Rattier et Ce, de Paris, exposent quelques bons spécimens de fils recouverts de gutta-percha, avec gaîne de plomb, ou avec armature de fils ordinaires, les premiers pour câbles terrestres, et les seconds pour câbles sous-marins [2].

[1] La résistance du conducteur en cuivre, par mille marin, est de 3,65 unités de mercure; la résistance de l'enveloppe de gutta-percha est de 332,000,000 d'unités.

[2] Traduction de M. Labussière.

(La suite à un prochain numéro.)

PROJET

D'UNE

LANGUE TÉLÉGRAPHIQUE

UNIVERSELLE.

Dans une étude sur les divers genres d'écriture télégraphique que les *Annales* ont publiée récemment (t. VI, p. 480), se trouve énoncé sommairement, et à titre de simple hypothèse, un problème dont j'ai, il y a près de trois ans, dans un mémoire soumis au directeur général des lignes télégraphiques, indiqué l'importance, posé les termes et dans une certaine mesure donné la solution. C'est celui de la rédaction d'un formulaire télégraphique permettant, d'une part, la transmission abrégée et secrète des télégrammes, de l'autre la correspondance universelle que certaines personnes considèrent, à tort selon moi, comme une invraisemblable utopie. Quoique sous ces deux faces le problème n'ait pas encore toute l'importance pratique qu'il comportera un jour, il soulève dès à présent une question théorique intéressante, celle de la possibilité d'un nouveau mode d'écriture spécialement favorable à la correspondance télégraphique. Cette idée étant neuve, peut-être accueillera-t-on avec quelque intérêt, à titre de complément de l'article cité, une exposition sommaire de mon système.

On peut distinguer trois sortes d'écritures : 1° l'écriture phonétique, soit syllabique, soit alphabétique, qui représente le *son*, le *mot;* 2° l'écriture idéographique,

hiéroglyphique ou symbolique, qui représente les *idées*, soit par leur image, soit par un symbole, un signe de convention quelconque qui n'est le plus souvent qu'une abréviation de l'image ou du mot; 3° l'écriture chiffrée, qui ne représente plus les mots ou les idées, mais la *place* que les uns ou les autres occupent dans une série donnée. Selon que la série sera celle des mots ou celle des idées, il y aura donc deux sortes d'écriture chiffrée, l'une alphabétique, l'autre idéologique. Dans l'un et l'autre cas, les signes sont des chiffres indiquant, par leurs positions relatives et leur diversité propre, l'endroit précis de la série où doit être cherché soit le mot, soit l'idée. Nos vocabulaires administratifs, dans l'examen détaillé desquels je ne puis entrer ici, sont le meilleur exemple de l'écriture chiffrée alphabétique qui puisse être cité. Le principe en est toujours l'emploi d'une double série, l'une alphabétique, l'autre numérique (quelquefois parallèles). Ces deux séries comprenaient anciennement, outre les mots, des portions de phrases souvent assez longues; aujourd'hui elles se réduisent à peu près à des mots isolés. Les chiffres, les lettres, etc., représentent, directement ou indirectement, la série (ou tableau), la page, la colonne, la ligne, mais chaque groupe ne représente jamais qu'une seule idée.

C'est ce dernier système que j'ai voulu perfectionner et transformer. Deux principes simultanément employés m'en ont fourni le moyen : l'un est la substitution de la série logique à la série alphabétique, l'autre l'application des procédés de la numération à la représentation des idées.

L'ordre alphabétique est purement accidentel et varie pour chaque langue; si, au lieu de classer les idées dans l'ordre des initiales des mots qu'elles ont pour signes, on

classait les mots, les signes dans l'ordre naturel des idées qu'ils représentent, on aurait ce qu'on peut appeler un dictionnaire idéologique, dans lequel le classement n'aurait plus rien d'arbitraire et par suite pourrait être le même pour toutes les langues, qu'il réduirait en quelque sorte à une commune mesure. C'est ce que j'appelle la substitution de la série logique à la série alphabétique. Supposons ce dictionnaire construit et les idées numérotées; d'alphabétique, l'écriture chiffrée devient aussitôt idéologique. Reste à améliorer le numérotage.

Or, d'après le système de la numération décimale, essentiellement basée sur l'emploi du zéro, et grâce au caractère purement symbolique, hiéroglyphique du chiffre, un nombre quelconque, 59,405, présente trois propriétés également remarquables au point de vue qui nous occupe. La première, c'est d'être la somme de 50,000 + 9,000 + 400 + etc., c'est-à-dire de grandeurs de plus en plus faibles et en quelque sorte de moins en moins générales; la seconde, que les noms des diverses grandeurs sont complétement sous-entendus, que la *nature* des grandeurs n'est indiquée que par la situation relative des chiffres qui font connaître le *nombre* de chacune d'elles, et qu'enfin, malgré leur diversité, tous les ordres d'unités sont représentés chacun à son rang par les mêmes signes en fort petit nombre. Enfin la troisième propriété, qui n'est qu'une conséquence de la seconde, c'est que non-seulement les symboles 5, 9, 4, 0, 5 sont lus par chaque peuple en sa langue, mais que le nombre tout entier représente pour un Français, un Allemand, etc., la même idée, la somme des mêmes grandeurs, 50,000 + 4,000 + etc.

Toute idée peut de même être conçue comme la somme d'idées de plus en plus spéciales; toute idée peut par suite être désignée par un groupe de chiffres (ou autres signes),

formé en additionnant des nombres qui représenteront, par le nombre de zéros dont sera suivie chaque figure, le rang de chacune des idées élémentaires, et par la figure elle-même l'idée à prendre au rang indiqué. Enfin le nombre, le groupe ainsi formé sera un symbole universel que chacun interprétera dans sa langue, pourvu que cette langue possède une traduction du dictionnaire idéologique. Un exemple suffira : l'églantier est une *espèce* de rose, la rose un *genre* des rosacées, les rosacées une *famille*, etc., de l'*embranchement* des dicotylédonées, d'après la classification du *règne* végétal. Supposons un instant que chacune de ces catégories ne comprenne que de un à neuf cas, et convenons de représenter respectivement le règne, l'embranchement, la famille, le genre, l'espèce par des dizaines de mille, des mille, des centaines, etc.[1]. L'idée d'églantier étant conçue comme la somme des idées de moins en moins générales de végétal, de dicotylédonée, etc., cette plante pourra être représentée par 22,735, 20,000 exprimant l'idée du deuxième règne, 2,000 celle du deuxième embranchement, et ainsi de suite. Et le symbole sera d'une valeur universelle, en supposant, bien entendu, accord préalable sur la classification des êtres.

Il est à noter que cette idée, ou une idée semblable, a été énoncée et en partie réalisée à la fin du dernier siècle par un certain Maimieux et par l'abbé Sicard. D'après leur système, les correspondants, en nombre quelconque, n'avaient besoin, pour s'entendre, que de la connaissance de leur langue maternelle. Les mots étaient classés dans un ordre idéologique, malheureusement fort peu logique. Douze signes sténographiques nommés *gammes* représen-

[1] Des idées plus spéciales, la variété, par exemple, pourraient se représenter à l'aide de décimales, dixièmes, centièmes, etc.

taient les classes, sous-classes, etc., auxquelles appartenait chaque idée.

Pour appliquer actuellement à la représentation de phrases le mode d'écriture réservé jusqu'ici au nombre et que je viens d'étendre aux idées simples, je prends d'abord le cas le plus élémentaire, celui d'une proposition, sujet, verbe et attribut, telle que : *Pierre est malade*, susceptible de recevoir de un à neuf sujets (*Pierre*, *Jean*, *Jules*, etc.), de une à neuf modalités (*est*, *a été*, *sera*, *n'est plus*, etc.), et de un à neuf attributs (*malade*, *très-malade*, *en danger*, *mort*, etc.). Je considère encore la proposition comme une somme d'idées de plus en plus spéciales, le sujet étant la plus générale, puisqu'il est successivement déterminé par le verbe et par l'attribut. Je représente donc le sujet, le verbe et l'attribut par des centaines, des dizaines, des unités, et je construis un tableau de la forme suivante :

En français : 100 *Pierre*, 200 *Jean*, 300 *Jules*, 400, etc.
10 *est*, 20 *a été*, 30 *sera*, 40 *n'est plus*, 50 etc.
1 *malade*, 2 *en danger*, 3 *mort*, 4 etc.
En allemand : 100 *Peter*, 200 *Johann*, 300 *Julius*, 400 etc.
10 *ist*, 20 *was*, 30 *wird*, 40 *ist nicht mehr*, 50 etc.
1 *krank*, 2 *gefährlich krank*, 3 *todt*, 4 etc.
En anglais, etc., de même.

Dès lors, pour écrire : *Jean n'est plus malade*, *Pierre a été en danger*, *Jules est mort*, ou toute autre combinaison analogue des idées contenues dans les trois séries du tableau, je n'aurai qu'à écrire **241**, **122**, **313**, etc., et il suffira de désigner ce tableau par une clef pour que le correspondant, français, allemand, anglais, etc., lise immédiatement soit : *Jean — n'est plus — malade*, soit : *Johann — ist nicht mehr — krank*, soit : *John — is no more — ill*, etc., sans qu'aucun des correspondants ait, pour

composer ou traduire, besoin d'autre chose que du tableau écrit en sa propre langue. Point capital où paraissent avoir échoué jusqu'ici presque tous les inventeurs de langues universelles.

Supposons actuellement la proposition compliquée de régimes directs ou indirects, d'adverbes, etc. Rien n'empêchera d'appliquer le même système en prenant 5, 6, 10 séries et davantage, jusqu'à épuisement des éléments possibles de la proposition.

Jusqu'ici j'ai, pour simplifier, admis qu'avec le zéro on n'emploierait que les neuf chiffres arabes. Mais du moment où il ne s'agit plus de nombres assujettis à la relation d'être de dix en dix fois plus grands, rien n'oblige à se limiter à un si petit nombre de signes. En principe on peut concevoir le nombre des signes comme illimité. Mais en télégraphie la limite sera le nombre de signes différents donnés par chaque appareil. L'ancien appareil dit *français* eût permis de disposer dans chaque série de 98 signes, en sorte que si un nombre de 5 chiffres représentant 5 séries de 10 chiffres fournit déjà de 1 à 99,999 combinaisons, un groupe de 5 signaux représentant 5 séries chacune de 98 idées eût pu représenter 98^5 phrases différentes. La sténographie, entrant par l'emploi de l'appareil de M. Caselli dans la pratique télégraphique, nous fournirait aisément un système de signes nombreux et réalisant les conditions les plus favorables à l'exploitation de cet appareil (suppression des jambages, etc.). Pour ne parler que de l'appareil Morse, on pourrait employer tous les groupes de 1 à 5 éléments; mais le plus simple est de supposer ici qu'on remplacera la série des 9 chiffres par l'alphabet Morse (en laissant de côté la voyelle *o* qui se confondrait avec le zéro). On aura ainsi de 25 à 30 signes, en conservant les chiffres pour les clefs et pour des cas spé-

ceux. Ainsi, pour reprendre l'exemple déjà employé : avec la formule *aaa*, précédée de sa clef de renvoi, on pourra télégraphier avec tous les détails imaginables l'état passé, actuel ou futur, certain ou probable, etc., de la santé des membres d'une même famille. Il suffira de réunir en une première série leurs noms, de prévoir ensuite les modes, les temps, les personnes, les nombres, etc., enfin d'énumérer avec la précision nécessaire tous les cas possibles de la santé et de la maladie, depuis le parfait bien-être jusqu'à la mort et l'enterrement.

Quiconque a vu passer entre ses mains beaucoup de dépêches officielles ou privées sait qu'elles sont en général, par la force même des choses, d'une grande uniformité. On reconnaît, en analysant les textes relatifs à un même ordre d'idées, qu'ils sont tous, sinon construits sur le même modèle, du moins aisément réductibles à un type unique et par suite faciles à comprendre dans une *formule* commune. Ce dernier point est essentiel. Prévoir, écrire et désigner par des chiffres toutes les phrases possibles serait en effet, même en se restreignant aux cas usuels, une tâche infinie. On sait quel volume avait atteint le vocabulaire de la télégraphie aérienne, réservée à la seule correspondance officielle. Il faut donc arriver pour chaque ordre d'idées à tout prévoir et à tout représenter d'avance sans tout écrire, c'est-à-dire à ne prévoir et à n'écrire ni les phrases ni les groupes de signaux destinés à les représenter, mais seulement les éléments de ces phrases et les éléments de ces groupes. Une fois posé dans ces termes, le problème se réduit à décomposer les phrases, à en isoler, à en classer les éléments, à disposer ceux-ci en séries en les numérotant, à grouper ces séries suivant l'ordre le plus naturel, et à laisser à l'expéditeur le soin de prendre dans le tableau, pour chaque cas par-

ticulier, les éléments dont il aura besoin. Pourvu que p. l'usage du zéro on puisse, en omettant les séries do chaque cas actuel ne réclame pas l'emploi, conserver au autres leur situation relative et que l'écriture usuel puisse aisément suppléer aux lacunes du chiffre pour le mots non prévus, noms propres, etc., le système ser d'une application aisée. Mais je ne puis entrer ici dans l détail de l'exécution, qui m'entraînerait trop loin et sera d'ailleurs sans intérêt. Notons seulement qu'il suffir d'intervertir les clefs suivant des conventions particulière pour obtenir à volonté le secret des dépêches.

En résumé, chaque lettre de nos groupes vaut au moin un mot, souvent plusieurs, parfois des membres entier de phrases et, comme on le verra plus bas, des phrase entières. Chaque phrase est donc au minimum représenté par autant de lettres qu'elle comprend de mots, ce qu'on peut considérer comme le dernier terme de l'abréviation. La dépêche se réduit à l'adresse et à la signature, plus quelques chiffres et lettres. Une réduction notable des taxes serait la première conséquence de l'adoption générale d'un tel système.

Le principe est d'ailleurs tellement simple que chacun apprendrait aisément à l'appliquer pour son compte. Mais, pour épargner à chaque expéditeur la rédaction d'un vocabulaire spécial, il conviendrait de dresser pour les cas les plus fréquents un répertoire général qui, établi sous la forme la plus compacte possible, deviendrait d'un usage commun pour l'échange des idées, soit à distance, par la voie télégraphique, soit même sur place, entre personnes de langues différentes. Chacun arriverait promptement à formuler sa pensée suivant les types établis dans ce manuel. Tandis que nos vocabulaires actuels obligent à chercher successivement tous les mots de la phrase dans la

série alphabétique si on compose, dans la série numérique si on traduit, le nôtre mettrait sous les yeux de l'expéditeur et du traducteur, en un tableau facile à embrasser d'un regard, tous les éléments probables de la dépêche; composition et traduction s'opéreraient en un clin d'œil.

Trois cas usuels manifestent à la fois et l'uniformité habituelle des télégrammes, et la nécessité de l'abréviation et l'utilité d'un moyen rapide de correspondance internationale : l'exploitation des chemins de fer, la télégraphie nautique et les dépêches dites de service qu'échangent les offices télégraphiques pour le service des lignes ou des transmissions. La télégraphie nautique mérite une mention spéciale, vu qu'elle pose journellement le problème de la correspondance internationale au moyen d'une langue télégraphique. Grâce à elle, quelque défectueuses que puissent être les solutions, le problème ne peut plus être taxé de chimérique. Des hommes pratiques l'ont étudié à ce point de vue. On sait qu'il existe des codes internationaux de télégraphie nautique. Mais je me bornerai ici à la question de la correspondance de service, qui a déjà fait de ma part, en 1862, l'objet d'une proposition soumise à l'administration des lignes télégraphiques.

Rien de plus aisé que de grouper en un petit nombre de chapitres (service des dépêches, surveillance des employés et des appareils, dérangements, expériences, mouvements du personnel, etc.), toutes les phrases usuelles de la correspondance entre chefs de bureaux, d'analyser ces phrases et d'en former des tableaux suivant la méthode indiquée. J'en donnerai un exemple étendu qui présente cette particularité de résumer et de classer toutes les hypothèses imaginables sur les causes des dérangements observés par les bureaux, avec l'indication des mesures à

prendre, des ordres à donner dans chaque cas particulie

La formule AAAA, précédée d'un signe convenu, z par exemple (*ziffer-depesche*), comme on dit *pd, sd,* etc suffira à tous les cas de la correspondance de service.

Le premier rang à gauche A000, B000, etc., donne le têtes de chapitre. Soit donc F000 *le chapitre des dérange ments.*

Aux centaines se trouvent des pronoms désignant le stations, avec conjonctions, etc. Par exemple : A00 *j* (*nous, on*), B00 *vous,* C00 *il* (c'est-à-dire le bureau dont le nom suit le groupe), D00 *vous semblez,* E00 *il semble* F00 *si vous*, G00 *prévenez le bureau dont le nom sui le groupe que je,* H00 *le bureau, etc., vous fait dire que*, etc.

Aux dizaines se trouvent les observations faites, indiquées avec détail : A0 *Recevoir bien,* B0 — *mal,* C0 — *des signaux dénaturés,* D0 — *des traits coupés*, E0 — *courant constant*, *contact*, etc.

Enfin aux unités sont placées les hypothèses que peut provoquer chaque observation. Chaque dizaine a donc ici sa série particulière d'unités. Or les hypothèses auxquelles un dérangement donne lieu peuvent être de quatre sortes, et je les groupe pour chaque observation dans l'ordre résultant de cette classification : 1° il n'est fait, par ignorance ou convenance, aucune hypothèse; c'est le cas de mettre un zéro à la colonne des unités ; 2° l'hypothèse est relative à la station correspondante (appareils, piles, employés) et dans ce cas doit être généralement accompagnée d'un ordre; 3° l'hypothèse est relative à la ligne ou à des postes intermédiaires, et on annonce qu'on va prendre ou bien on demande de prendre les mesures nécessaires; 4° enfin, la dépêche de service est une réponse et oppose à l'hypothèse du correspondant une con-

tre-hypothèse relative soit à la ligne, soit à la station qui s'est plainte.

Sous l'observation EO *Recevoir un courant constant,* on trouvera donc, je suppose :

1° O *absence d'hypothèse ;*

2° B *pile trop forte, la diminuer;* C *employé sur contact par mauvaise volonté, le surveiller,* etc.;

3° H *orage,* I *aurore boréale,* J *mélange,* etc.;

4° P *appareil aimanté, le changer;* Q *ressort trop peu tendu,* etc.

On désignera les fils par des formules telles que 002, 086, 118, donnant le numéro même de la nomenclature.

Si donc le Puy reçoit sur le fil n° 86 (Lyon-Bordeaux) un courant permanent de Saint-Étienne, qu'il attribue le fait à un employé malintentionné qui se tient sur contact, et qu'il veuille demander à Clermont de prévenir Saint-Étienne qu'il ait à surveiller le travail, il écrira à l'aide des tableaux ci-dessus :

Zd Clermont du Puy FGEC 086 *Saint-Étienne*. Clermont dira à Saint-Étienne : *zd Saint-Étienne de Clermont* FHOC 086 *Puy*. Enfin Saint-Étienne, s'il explique le contact par un orage, etc., dira : *zd Puy de Saint-Étienne* FFEH ou FFEI, FFEP, etc.

Les dépêches de service sont, on le sait, aussi nécessaires qu'encombrantes. On ne peut guère espérer en diminuer le nombre; c'est donc leur volume qu'il faut réduire. Nos formules régulariseraient la correspondance en prévenant les omissions et la prolixité. Condensées en un petit manuel d'un usage journalier, elles deviendraient aisément familières, grâce à leur caractère systématique; on saurait vite par cœur les plus nécessaires. Enfin le texte des tableaux se traduirait facilement dans toutes les langues européennes.

Quelque chose d'analogue a déjà été fait et doit être cit
ici. La transmission à bon marché des observations mé
téorologiques exigeait des abréviations que l'uniformit
de ces télégrammes et la nature même d'un texte composé
surtout de chiffres rendaient d'ailleurs faciles. On a donc
imaginé en Angleterre de représenter aussi par des chiffres
les autres parties du texte, le nom de la ville, la direction
du vent, sa force, la masse des nuages, l'état du ciel et
de la mer, et de grouper en un ordre invariable maintenu
à l'aide du zéro tous les chiffres ainsi obtenus; on les a
divisés ensuite en 3 groupes de 5 chiffres chacun; 3 mots
taxés valent ainsi 10 idées : le nom de la station et 9 observations, dont plusieurs accompagnées de décimales.

La télégraphie *sériaire* (tel est le nom que je propose pour le système que j'ai exposé) a donc déjà une application pratique. Nul doute qu'avec le temps et notamment sur les longues lignes et sur les câbles elle n'en reçoive successivement d'autres. Quant à son adoption générale, elle ne peut être que fort éloignée; elle suppose l'assimilation de la dépêche à la lettre par l'autorisation du secret. De plus, il faut avouer que la substitution de la série idéologique à la série alphabétique, seul principe qui puisse fonder un système de correspondance universelle, suppose elle-même un travail préliminaire considérable, la construction systématique du tableau des idées humaines parallèlement établi pour deux langues modernes au moins, le français et l'allemand, par exemple. Ce travail difficile doit, malgré plusieurs tentatives anciennes ou récentes, être considéré comme complétement à faire. Invitons-y en terminant les travailleurs qui auraient le talent, le courage et le loisir nécessaires.

ED. ROBERT.

Le Puy, 10 décembre 1863.

NOTE

SUR LA

LIGATURE DES FILS TÉLÉGRAPHIQUES.

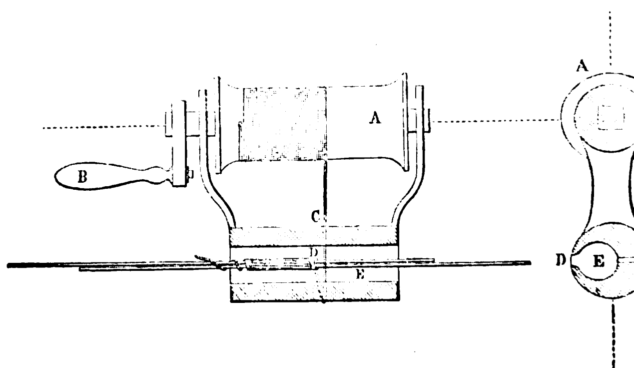
La réunion des bouts de fils qui forment les conducteurs télégraphiques s'est faite et se fait encore de diverses manières qu'on peut diviser en deux catégories : celle dans laquelle n'intervient aucune soudure et celle dans laquelle on soude l'un à l'autre les bouts des deux fils.

Les différents procédés de jonction sans soudure exigent que les fils soient tordus ensemble ou contournés en hélice d'un petit diamètre, et dans la déformation qu'ils subissent, une grande partie du zinc qui les revêt s'en détache. Ainsi dénudés, les conducteurs ne tardent pas à s'oxyder, et l'expérience paraît avoir démontré que leur conductibilité cesse d'être suffisamment parfaite. En outre, ces torsions qu'on exerce sans peine sur les fils d'un petit diamètre ne sauraient avoir lieu pour de gros conducteurs.

L'intervention de la soudure seule, au moyen d'un métal fusible, est insuffisante pour assurer une solidité de la jonction telle qu'elle puisse résister aux efforts divers exercés sur le fil ; et les essais de soudure tentés sur les torsades ont fait voir que le métal fluide ne s'introduit que fort mal entre les hélices des torsades et n'ajoute que très-peu de chose à la conductibilité. On a donc été amené, dès qu'on s'est décidé à appliquer la soudure aux fils juxtaposés, à consolider la jonction au moyen d'une ligature de fil mince enveloppant les deux bouts du conducteur.

Cette ligature, très-souvent répétée, doit se faire sur p
et jusqu'à présent on ne l'a faite qu'à la main avec
de fatigue et toute l'irrégularité que comporte le tı
manuel.

Cette difficulté pratique, petite en apparence, dev
considérable en raison du nombre des ligatures. Sa
tion faisait désirer un appareil mécanique simple
M. Poitou, surveillant des lignes télégraphiques à Tc
a construit.



Cet appareil se compose d'une bobine en bois A
laquelle on enroule préalablement une certaine quan
de fil à ligature au moyen d'une petite manivelle B qu
enlève ensuite. Parallèlement à cette bobine, est un
lindre creux en fer C, ouvert sur une partie de sa surf
entre deux génératrices, de manière à présenter une cav
longitudinale E, dans laquelle on introduit les deux fil
réunir. En D est un trou dont les extrémités sont adouc
et dans lequel passe le fil à ligature. On fait à la main
ou deux tours du fil à ligature autour des conducteur
on maintient légèrement ceux-ci avec les deux mai
pendant qu'avec le pouce d'une main et l'index de l'au
main on imprime à tout le système un mouvement é

lutoire autour d'eux. Pendant ce mouvement du *ligateur*, le fil à ligature se tend et s'enroule en spires très-serrées et très-régulières, et la ligature se fait et s'achève en trois fois moins de temps qu'il n'en faudrait pour la faire à la main.

J'ajouterai en terminant qu'il n'est pas nécessaire de souder préalablement ensemble les deux bouts du fil avant de les revêtir de la ligature. Il suffit de les étamer en les passant successivement dans le bain d'hydrochlorate de zinc et dans la soudure. Lorsque cette précaution a été prise et qu'on soude à son tour la ligature, le métal fondu s'introduit jusque dans les plus petits interstices et forme de toute la jonction une petite masse parfaitement compacte et solide.

De Lafollye.

LA TÉLÉGRAPHIE EN AUSTRALIE.

Les colonies australiennes possèdent un réseau télégraphique très-étendu qui se développe sur un espace de près de 4,000 kilomètres le long des côtes méridionale et orientale, depuis l'Australie du sud jusqu'aux établissements les plus septentrionaux de la terre de la Reine. Dans chacune des provinces, le gouvernement local a établi les lignes télégraphiques et les exploite à ses frais. L'Australie du sud avait, au mois de mai 1863, 30 bureaux et 1,500 kilomètres de lignes. Victoria avait 62 bureaux et 4,300 kilomètres; la Nouvelle-Galles du sud, 46 bureaux et 4,700 kilomètres; enfin la Terre de la Reine, 9 bureaux et 240 kilomètres. On a proposé au Parlement de cette dernière colonie de voter une somme de 4 millions de francs pour pousser les communications télégraphiques jusqu'à la rivière Albert, sur le golfe de Carpentarie, d'où l'on se relierait aux colonies hollandaises des îles de la Sonde, et par suite aux Indes orientales, au moyen de câbles sous-marins.

Le récepteur Morse est partout en usage, sauf sur quelques embranchements de l'Australie du sud et sur les chemins de fer de la Nouvelle-Galles du sud.

Le nombre des dépêches atteint 400,000 par an et les recettes sont de près de 2 millions de francs.

On conçoit aisément que la construction de toutes ces lignes n'a pas été sans difficulté dans une contrée où les stations des colons sont largement espacées. Les parties les plus pénibles à traverser ont été naturellement les

frontières des provinces, et en particulier le vaste intervalle sablonneux, le Coorong, qui s'étend entre l'Australie du sud et la Nouvelle-Galles du sud. Les établissements plus récents de l'Australie occidentale, à la pointe sud-ouest du continent, sont encore privés des bienfaits des communications télégraphiques, et en seront dépourvus sans doute pendant longtemps encore, car ils sont bornés à l'est par un affreux désert, la terre de Nuyts, qui paraît infranchissable. C'est pourtant au détroit du Roi George, l'un de ces établissements, que fait escale la malle anglaise qui se rend une fois par mois de Pointe-de-Galles à Melbourne, en faisant le tour du continent par l'ouest. Un bateau à vapeur colonial, qui se tient tout prêt, embarque aussitôt les dépêches à destination d'Adélaïde et part de suite, tandis que le bâtiment de la Compagnie péninsulaire et orientale s'arrête pour faire du charbon. Adélaïde est donc la première ville qui reçoive les nouvelles d'Europe, qui sont aussitôt transmises par le télégraphe à Melbourne, à Sidney et à tous les principaux centres de population des quatre provinces.

En Tasmanie, une ligne télégraphique qui relie les deux villes principales, Launceston et Hobart-Town, dessert les localités intermédiaires et se prolonge vers le nord jusqu'à George-Town, à l'entrée de la rivière Tamar. On sait qu'une ligne sous-marine avait même été immergée entre la Tasmanie et la province de Victoria ; mais elle a peu duré et n'a pas été réparée. Le fond de la mer est assez mauvais, dit-on, pour un câble. Cependant cette ligne serait d'un entretien facile, car on peut franchir le détroit de Bass, dont la moindre largeur est d'environ 200 kilomètres, en s'appuyant sur plusieurs îles et sans rencontrer plus de 100 mètres d'eau.

Entre Suez et Adélaïde, les points extrêmes des réseaux

télégraphiques des deux antipodes, il faut encore trente à trente-cinq jours pour communiquer par la voie des bateaux à vapeur. Ce délai se réduira à quinze ou vingt jours lorsque la ligne de l'Inde va être achevée. On comprend que le retard est encore trop considérable, eu égard aux immenses intérêts commerciaux qui s'agitent dans ces contrées. Aussi a-t-on songé depuis longtemps à établir une ligne télégraphique complète jusqu'aux colonies australiennes. Dès 1859, un entrepreneur anglais proposait une ligne qui serait partie de l'extrémité orientale de Java et aurait abouti à Brisbane dans la baie de Moreton en contournant le continent par l'est; la longueur était de 5,600 kilomètres, divisée en cinq sections à peu près égales. A cette époque la colonisation commençait à peine dans l'immense province qui s'est constituée en gouvernement séparé sous le nom de terre de la Reine (*Queensland*), et Brisbane était la ville la plus septentrionale. Le tracé proposé offrait de nombreuses difficultés, car la côte orientale est entourée de récifs dangereux, le fond est toujours rocailleux, la mer n'a pas de profondeur et, de même que dans les parages voisins des îles de la Sonde et des Philippines, les bâtiments jettent d'habitude l'ancre tous les soirs pour éviter les périls d'une navigation nocturne au milieu des bancs de rochers. Il en serait résulté de graves dangers pour les câbles que les marins auraient involontairement relevés. C'est ainsi que la ligne de Singapore à Batavia fut détruite sans avoir pu fonctionner plus de quelques mois. Il ne fut pas donné suite à ce premier projet.

On n'avait à cette époque que de vagues renseignements sur l'intérieur du continent australien. On supposait qu'il ne s'y trouvait que des marais ou des landes impropres à la culture, peut-être même impraticables aux voyageurs.

On ne pouvait songer à une communication télégraphique terrestre entre les côtes nord et sud ; le tracé détourné dont nous venons de parler paraissait seul possible.

En ces dernières années, plusieurs explorateurs ont traversé l'Australie et ont mis hors de doute la possibilité d'un trajet direct. Le pays contient d'immenses pâturages où pourraient s'établir des colons qui surveilleraient et entretiendraient eux-mêmes la ligne télégraphique.

Qu'une ligne terrestre soit préférable à une ligne sous-marine, ce n'est douteux pour personne, surtout lorsque la distance est moindre par terre que par mer ; dans ce cas-ci le tracé par l'intérieur des terres serait beaucoup plus court, soit que l'on s'enfonce dans le golfe de Carpentarie pour se rattacher aux établissements les plus septentrionaux de la terre de la Reine, soit que l'on atterrisse à la rivière Victoria, près du méridien, de 127 degrés et presque directement au nord d'Adélaïde. Par ce dernier tracé, il ne faudrait plus que deux câbles : l'un de 1,050 kilomètres entre Java et la colonie portugaise de Timor, l'autre de 650 kilomètres entre Timor et l'Australie. La ligne terrestre aurait 2,000 kilomètres de développement; longueur totale : 3,700 kilomètres. En évaluant les parties sous-marines à 3,000 francs le kilomètre et les parties terrestres à 1,000 francs, ce serait une dépense totale de 6 millions, qui n'est pas au-dessus des ressources coloniales ni supérieure aux services qu'on attend de ces communications.

Par malheur, l'intérieur du continent australien paraît dépourvu de bois; la construction des lignes terrestres serait très-difficile, peut-être même impossible, à cause des transports de matériel qu'elles exigeraient. Avant de s'aventurer dans cette voie, il faut au moins que les *squatters* aient établi dans ces contrées leurs stations et leurs

troupeaux. A voir l'incroyable rapidité avec laquell·· été colonisées les autres provinces, il est permis de c que ce ne sera pas long. En attendant, le tracé p. golfe de Carpentarie paraît d'une exécution plus faci n'offre qu'une longueur de câbles un peu plus éten On peut ajouter que ces mers n'ont pas ces abîmes fonds de quelques milliers de mètres qui font notre espoir dans la Méditerranée; le fond se trouve touj par 100 mètres au plus et la navigation est peu active ces parages.

Les colonies australiennes font preuve de tant d'éne et d'ardeur pour l'exécution de leurs grands travaux blics, qu'il ne serait pas étonnant que cette entreprise poursuivie avec succès. Déjà la question se discute et fonds nécessaires pour couvrir la dépense seraient bie trouvés, grâce aux subventions qu'offrent les gouver ments locaux.

Si l'un de ces projets est mis à exécution, il est désira que le monopole des communications télégraphiques en l'Inde et l'Australie ne soit pas concédé à une compagn Il y a eu depuis quelques années assez d'exemples de viléges de cette nature accordés à des hommes qui ne vaient pas en profiter ou qui ne s'en servaient que p faire obstacle à des compagnies rivales. D'ailleurs il assez évident que les correspondances seront assez ab dantes dans cette direction pour alimenter plusieurs lign

H. Blerzy.

LES CIRCUITS D'ÉPREUVE

POUR L'ESSAI DES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES.

(Extrait de *the Electrician*.)

M. Varley vient de prendre un brevet d'invention qui renferme certaines applications relatives aux circuits sous-marins. La première partie regarde l'emploi en télégraphie de l'augmentation et de la diminution des courants, au lieu de simples interruptions. Une autre partie, dont nous allons nous occuper, consiste dans l'emploi de ce qu'on peut appeler *circuits d'épreuve*. Ces circuits sont formés de bobines de résistance et de plaques d'induction, disposées de telle sorte qu'elles représentent une ligne artificielle, possédant la même capacité inductive et la même résistance que le câble. Un troisième point moins important du brevet est relatif au mode de construction de la partie du relais qui sert à fermer le circuit d'une pile locale à la station d'arrivée.

Disons d'abord que les plaques d'induction consistent dans un arrangement semblable à celui d'une bouteille de Leyde ; la forme en sera connue à ceux de nos lecteurs qui ont fait usage du *condensateur* dans le circuit inducteur de l'appareil à induction. Le but de cet appareil est d'accumuler dans un espace suffisamment petit une charge considérable d'électricité de tension relativement faible. Pour cela, la bouteille ordinaire de Leyde, qui convient aux charges à haute tension, serait trop embarrassante; on remplace donc le verre par du papier verni à la gomme

laque, ou recouvert de cire blanche, ce qui constitue un isolateur suffisamment bon, et un *diélectrique* présentant une très-faible résistance inductive. Des plaques ou feuilles métalliques alternent avec ces feuilles de papier préparé ; on relie ensemble les plaques paires et les plaques impaires, et l'on peut donner à ce condensateur une charge exactement égale à celle d'un câble sous-marin. Nous avons vu à l'usine de M. Henley une série de plaques d'induction représentant la charge d'un mille du câble du golfe Persique.

D'après le brevet de M. Varley, nous voyons que cet électricien propose, aux stations d'arrivée des lignes sous-marines, de relier le fil de ligne à l'une des armatures du condensateur, l'autre armature étant à la terre. Dans ce cas il n'y aurait pas de circuit conducteur complet ; l'électricité traverserait simplement le fil, allant aux plaques d'induction et en revenant, lorsque le courant serait envoyé par la station de départ. Mais M. Varley, quand il emploie le condensateur, relie aussi le fil de ligne à la terre, à la station d'arrivée, en faisant passer le courant à travers une bobine de résistance, dans laquelle se trouve un cylindre de fer doux. Nous reviendrons sur la théorie de ce système et sur l'appréciation des résultats qu'il pourra donner dans la pratique.

Les avantages d'un circuit d'épreuve bien construit sont évidents : une des difficultés dans la transmission des lignes sous-marines est l'impossibilité de savoir ce qui arrive à l'autre extrémité du fil. L'employé peut perdre un temps appréciable en prolongeant sans nécessité les intervalles entre les contacts ou, ce qui pis est, en cherchant à transmettre trop rapidement. Avec une ligne aérienne, un simple fil représentant la résistance de la ligne suffirait pour constituer un circuit d'épreuve, et

permettre à l'employé de connaître la nature des signaux reçus à l'arrivée. Mais il faut évidemment qu'un circuit d'épreuve qui doit reproduire les phénomènes d'une ligne sous-marine puisse contenir une charge égale à celle de cette ligne. C'est ce que l'on obtient au moyen des plaques d'induction et du condensateur. Les plaques d'induction et les bobines de résistance sont disposées de telle sorte, qu'elles produisent une ligne artificielle retardant le passage des signaux comme la ligne elle-même. Ce circuit est relié à l'extrémité du câble, au départ; de sorte que, si l'appareil de l'employé qui transmet se dérange, si les signaux sont défectueux, le circuit d'épreuve lui montre ce que son correspondant doit probablement recevoir. Ainsi, autant que lui permet d'en juger l'appareil de départ, il faut savoir si tout va bien ou non, et dans ce dernier cas, il peut appliquer le remède nécessaire, ou diminuer la vitesse de transmission jusqu'à ce que les signaux deviennent distincts et intelligibles.

Il n'est pas absolument nécessaire cependant, ainsi que M. Varley a soin de l'indiquer, que le circuit d'épreuve puisse contenir la même charge que le câble. Le but que l'on se propose n'est pas nécessairement de représenter la quantité d'électricité accumulée par induction dans le câble, mais plutôt les conditions d'où dépend *le temps* nécessaire pour produire un certain effet. Pour plus de commodité et par économie, la résistance du circuit d'épreuve peut être plus grande que celle de la ligne, et sa capacité, comme charge, peut être réduite à proportion. Dans ce cas, les signaux obtenus par les circuits d'épreuve seront plus faibles que ceux du câble, mais pourront suffire comme épreuve, le temps nécessaire pour la charge et la décharge, c'est-à-dire le retard des signaux étant le même dans les deux circuits. Avec ce système, dit

M. Varley, 12 pieds carrés de plaques d'induction peuvent représenter le *retard* dans 10 milles de câbles.

Comme conclusion, nous pouvons dire qu'un circuit d'épreuve, réunissant toutes les conditions que présentent les longues lignes sous-marines, doit être un appareil fort utile soit à l'employé qui débute, et qui désire devenir un bon télégraphiste, soit au théoricien qui veut reproduire les phénomènes de cet agent universel de la nature. Nous nous proposons de donner plus tard quelques indications pour la construction d'un circuit d'épreuve modèle[1].

[1] Traduction de M. Labussière.

MÉTÉOROLOGIE TÉLÉGRAPHIQUE

TEMPÊTE DU MERCREDI 2 DÉCEMBRE.

(Extrait du *Moniteur*, 4 décembre 1863.)

La tempête qui sévit en ce moment encore est due à un immense tourbillon. Lorsqu'elle aura accompli toutes ses phases, il sera nécessaire d'étudier son caractère et sa marche ; c'est un soin que je laisse à mon habile collaborateur M. Marié-Davy. Mais dès à présent on verra peut-être avec intérêt quels avertissements ont pu être adressés aux ports par le service météorologique de l'Observatoire impérial, malgré l'insuffisance des moyens dont il dispose.

Suivons l'ordre chronologique des faits :

Vendredi 27. — La situation atmosphérique est déjà signalée comme douteuse dans les télégrammes adressés aux ports.

Samedi 28. — Bien que le temps soit magnifique, la situation générale est signalée comme très-douteuse.

Dimanche 29. — Le service est, à notre grand regret, suspendu le dimanche.

Lundi 30. — Les ports, depuis Dunkerque jusqu'à Nantes, sont prévenus que le vent tendra à fraîchir le lendemain mardi.

Mardi 1er *décembre*, *midi* 30 *minutes*. — Les ports sont avertis qu'une tempête arrivant du sud-ouest fond sur l'Angleterre et la France, et que demain mercredi le vent sera fort ou très-fort, c'est-à-dire à la tempête; c'est cette dépêche que rapportent le *Courrier du Havre* et le *Messager du Midi*.

Mercredi 2. — La tempête a effectivement envahi le nord et l'ouest de la France.

Mais ici il faut tenir compte des heures dans la suite de notre exposé.

10 heures. — Paris et Bordeaux et toute la région au nord-

ouest ont un vent impétueux; Bayonne, Limoges, Lyon sont encore calmes.

La tempête consiste en un *tourbillon* dont le centre marche assez lentement vers le sud. Sera-t-elle arrêtée en partie par les montagnes du centre de la France, ou bien atteindra-t-elle dans toute sa force la Méditerranée? La réponse est d'autant plus difficile que les lignes télégraphiques abîmées par l'ouragan n'apportent plus les renseignements qu'on leur demande.

11 h. 55 m. — Par une dépêche spéciale, les ports de la Méditerranée sont de nouveau informés qu'ils sont fortement menacés. Madrid reçoit la même dépêche pour les côtes du golfe du Lion, et Turin pour les côtes de l'Italie du nord jusqu'à Livourne.

1 h. 50 m. — Une dépêche spéciale est expédiée à Turin pour les côtes de Civita-Vecchia à Palerme.

2 h. 40 m. — Les lignes télégraphiques sont mises hors de service par la tempête; la communication directe avec le midi est interrompue; nous nous trouvons réduits à quelques rares informations.

3 h. 30 m. — Dépêche du sous-préfet de Cherbourg. — « La tempête annoncée hier s'est déchargée sur nos côtes dans la nuit et aujourd'hui; quelques sinistres me sont déjà signalés. »

Au Havre, dans la même nuit, à une heure du matin, le vent a commencé à souffler en foudre; mais c'est vers midi, après un calme relatif, que la tempête s'est déchaînée dans toute sa violence.

5 h. 56 m. — Marseille annonce à 3 h. 1/2 que la mer grossit sans cesse par un vent du sud-ouest, le baromètre descendant, et à 4 h. 45 m. un fort vent d'ouest.

2 h. 43 m. du soir. — Vent du nord-ouest très-fort à Marseille.

Là s'arrêtent nos informations. C'est aux ports, c'est aux chambres de commerce qu'il appartient de dire si l'avertissement très-catégorique qui leur a été transmis le mardi 1er a pu prévenir quelques sinistres le mercredi 2 dans la Manche, l'Océan et la Méditerranée. Nous sollicitons leur concours et leurs lumières

pour l'amélioration d'un service qui est avant tout une œuvre d'humanité.

(Extrait du *Moniteur*, 10 décembre 1863.)

Le *Moniteur* du vendredi 4 décembre a fait connaître que des avertissements avaient été expédiés aux ports avant la tempête du mercredi 2, mais sans pouvoir dire quelles avaient été les conséquences des avis ainsi donnés. Il est peut-être nécessaire de combler cette lacune.

Rappelons, pour être clair, que le mardi 1er, à midi 30 minutes, les ports des diverses régions, Manche, Océan et Méditerranée, sont avisés qu'une tempête arrivant du sud-ouest fond sur l'Angleterre, et que le lendemain, mercredi 2, le vent sera fort ou très-fort, c'est-à-dire à la tempête.

De plus, le mercredi même, à 11 heures 55 minutes du matin, une nouvelle dépêche spéciale est adressée aux ports français et italiens de la Méditerranée, pour les prévenir qu'ils sont fortement menacés.

Cet avis est enfin, à une heure, suivi de la dépêche ordinaire.

Ces dernières dépêches, confirmant celle de la veille, arrivèrent-elles en temps utile à leur destination ? C'est ce que les avaries survenues dans les lignes télégraphiques ne nous permirent pas d'apprendre. La lettre suivante de M. le président de la chambre de commerce de Toulon va nous fixer à cet égard.

« J'ai reçu en temps utile, dans la journée du 2, les deux dépêches annonçant qu'une tempête allait envahir la France. Elles ont été affichées et publiées sur l'heure, et les navires du commerce présents sur rade ont pu prendre et ont pris immédiatement les mesures nécessaires pour parer à toute éventualité. La préfecture maritime, de son côté, ordonnait à tous les officiers à terre de regagner leur bord.

« La tempête s'est déchaînée vers trois heures et demie d'après midi. Le premier télégramme du 2 (confirmant celui de la veille) avait donc gagné quatre heures d'avance sur la tempête, et tout

était prêt pour y faire face. Il n'y a eu, grâce aux précautions prises, aucune avarie, aucun sinistre à déplorer.

« Hier 3 décembre, le jour s'est levé dans une atmosphère chaude et calme. Les probabilités indiquées pour le temps du 3, par votre dépêche du 2, indiquaient des rafales de sud-ouest ou de nord-ouest. C'était un démenti apparent donné par le temps à vos prévisions. Mais avant quatre heures du soir les rafales du nord-ouest se sont déchaînées. Elles ont soufflé toute la nuit du 3 au 4, et elles durent encore.

« La conclusion de ce qui précède est que l'institution du service météorologique est un immense et permanent bienfait pour la marine. » (Suit l'exposé des demandes de la chambre de commerce de Toulon, relativement aux petits ports du littoral.)

Ces lignes n'ont besoin d'aucun commentaire. Elles sont confirmées dans les points importants par des renseignements puisés à une source non moins précise.

Nous avons rappelé que tous les télégrammes du 1er et du 2 avaient été expédiés à Turin.

Dans une lettre adressée à M. Plana, et que mon collègue de Turin m'a renvoyée, le ministre de la marine du royaume d'Italie dit que ces télégrammes ont été de suite communiqués aux autorités maritimes. Et on lit dans le *Movimento* de Gênes, en date du 3 décembre :

« Le présage de l'Observatoire de Paris s'est complétement réalisé ; les premiers signes de l'ouragan se sont fait sentir à Gênes vers sept heures du soir. Dans la nuit, il s'est déchaîné furieux. Il ne paraît pas toutefois que des sinistres aient eu lieu dans nos parages. La capitainerie du port s'était hâtée de prendre les mesures opportunes, et nous n'avons qu'à l'en louer. »

M. le contre-amiral Roze, préfet maritime de Cherbourg, veut bien, sur la demande que nous lui avons faite, nous adresser chaque semaine un relevé de l'état de l'atmosphère et de la mer ; c'est un contrôle que nous consultons avec grand soin. Or nous y lisons :

« La tempête a éclaté dans toute sa violence à Cherbourg, le

2 décembre, vers dix heures du matin ; elle a causé beaucoup de sinistres. Tous les ports du littoral de la Manche avaient été prévenus dès la veille de l'annonce du mauvais temps. »

Pourquoi ces sinistres dans la Manche, tandis que Toulon et Gênes n'ont subi aucun désastre par une tempête effroyable ? C'est un point que nous voudrions voir éclaircir par les hommes du métier, afin d'en tirer profit.

Sans doute la direction du vent, qui, dans la Manche, poussait à la côte, jouera un grand rôle dans l'explication.

Faut-il croire, d'un autre côté, que le premier avertissement, donné le mardi et transmis sur les côtes par M. le contre-amiral Roze, n'aura pas été partout pris par les populations maritimes assez au sérieux, et qu'il aura manqué à ces parages de recevoir un second avis, très-pressant, comme à Toulon et à Gênes ? S'il en était ainsi, nous aurions à présenter une remarque sérieuse.

Le service météorologique n'est pas complet. Au lieu d'être limité au *tiers* de la journée et de ne recevoir des nouvelles qu'une fois par jour, il devrait, pour avoir toute son utilité, être permanent. La tempête, dont nous connaissons les débuts au nord-ouest de l'Angleterre dès le mardi 1er, aurait alors été suivie pas à pas, heure par heure, et nos côtes, prévenues à chaque instant de sa marche et de sa progression, auraient redoublé de précautions à mesure que le fléau eût été plus imminent.

Le directeur de l'Observatoire impérial,
LE VERRIER.

A la suite de la tempête du 2 décembre, la météorologie télégraphique, dont on venait d'apprécier les bienfaits, a reçu une large extension ; maintenant l'Observatoire impérial adresse chaque jour, entre midi et une heure, à différents ports de mer ou villes maritimes une dépêche en prévision du temps. Les côtes de France ont été divisées en quatre régions. Voici les noms des bureaux télégraphiques auxquels la dépêche météorologique est transmise :

1re région. — Dunkerque, Gravelines, Boulogne, Ab beville, le Tréport, Dieppe, Saint-Valery en Caux, Fécamp le Havre, Quillebœuf, Honfleur, Trouville, Ouistreham Caen, Carentan, Cherbourg et Granville.

2e région. — Saint-Malo, Saint-Servan, Saint-Brieuc Binic, Paimpol, Tréguier, Lannion, Morlaix, Saint-Po de Léon, Brest, Landerneau, Douarnenez, Audierne Quimper et Quimperlé.

3e région. — Lorient, Vannes, le Palais (Belle-Ile), l Croisic, Saint-Nazaire, Nantes, Paimbœuf, Noirmoutier les Sables, Marans, Saint-Martin de Ré, la Rochelle, Ro chefort, Saint-Pierre d'Oléron, Tonnay-Charente, Maren nes, la Tremblade, Royan, Blaye, Bordeaux, Pauillac, l Verdon, Arcachon et Bayonne.

4e région. — Port-Vendres, Agde, Cette, Montpellier les Martigues, Marseille, Cassis, la Ciotat, la Seyne Toulon, Saint-Tropez, Fréjus, Cannes, Antibes, Nice e Menton.

Dans chacune de ces localités, la dépêche en prévision du temps est communiquée au président de la chambre de commerce ou au maire, qui est chargé de la livrer à la publicité.

En outre, des dépêches météorologiques sont transmises à l'étranger pour les côtes auxquelles la prévision du temps établie à Paris peut s'appliquer.

En raison de l'importance qui s'attache à la prompte transmission des dépêches concernant le service de l'Observatoire de Paris, le directeur général des lignes télégraphiques a donné des instructions précises pour que ces télégrammes circulent rapidement et aient la priorité sur les autres télégrammes d'un intérêt moins général.

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TRAVAUX RELATIFS A L'ÉLECTRICITÉ

Séance du 16 *février* 1863. — Note sur une manière de faire varier la tension de la décharge d'une batterie électrique et d'une machine de Ruhmkorff; par M. Cazin.

On sait que les éléments de pile peuvent être associés de deux manières suivant la nature des effets que l'on veut produire. J'ai pensé qu'on pourrait employer des dispositions analogues avec les condensateurs de l'électricité statique. Jusqu'à présent l'on n'a utilisé la décharge des bouteilles de Leyde qu'en les réunissant par leurs armatures de même nom, de manière à augmenter la quantité, et l'on n'a employé l'association en série que pour charger plusieurs batteries à la fois. Je ne crois pas que l'on ait observé les propriétés de l'étincelle que l'on obtient en déchargeant la série par ses armatures extrêmes, bien que l'analogie d'une série de condensateurs avec la pile soit signalée depuis longtemps. Ainsi l'illustre Biot, dans son *Traité de physique,* décrit des expériences dans lesquelles il a mesuré à l'aide du plan d'épreuve les tensions sur les différentes lames d'une série isolée, et il indique l'accroissement de la tension du milieu de la série vers les extrémités, mais sans que l'on puisse conclure de ses observations que la longueur de l'étincelle obtenue par leur fonction soit beaucoup plus grande qu'avec un seul condensateur. Or tel est l'effet que j'ai eu l'occasion d'observer.

Les premières expériences ont été faites par M. Ruhm-

korff à l'aide de sa puissante machine d'induction.
lui-même qui a tout disposé avec son habileté bien
nue, et avec un désintéressement dont je veux ici l
mercier publiquement. Les pôles de sa machine étan
en communication d'une part avec les armatures extr
d'une série de bouteilles de Leyde isolées, d'autre
avec un excitateur, selon la disposition adoptée pou
seul condensateur, la longueur de l'étincelle qui éclate e
les branches de l'excitateur augmente progressiveme
mesure que le nombre des bouteilles augmente, tandis
sa grosseur, son éclat et le bruit qui l'accompagne s
blent à peine diminuer. Sans condensateur l'étincelle d
décharge induite avait de 300 à 360 millimètres ; avec
seule bouteille de Leyde de moyenne dimension elle a
30 millimètres environ ; avec huit bouteilles sembla
disposées en série, l'étincelle a atteint 130 millimèt
Nous avons ensuite employé des bouteilles à peu p
doubles ; avec une seule la distance explosible était 17 r
limètres environ ; les huit bouteilles ont donné une é
celle de 82 millimètres. L'addition d'une neuvième a a
menté l'étincelle de 8 millimètres. Dans cette mani
d'opérer, les condensateurs successifs se déchargent i
médiatement après avoir été chargés. Pour conserver
charge, il faut réunir l'un des pôles de la machine à
dernière armature extérieure et produire l'étincelle d'
duction entre l'autre pôle et la première armature
terne. La série se charge très-rapidement et on peut
décharger avec l'excitateur ordinaire ; on observe l'allo
gement de la distance explosible comme avec le prem
mode.

Les mêmes phénomènes se reproduisent avec la m
chine électrique ordinaire ; j'ai répété l'expérience au l
boratoire du lycée de Versailles, devant mon excelle

collégue M. Lallemant, et le résultat général concorde avec le précédent.

Nous pensons, M. Ruhmkorff et moi, que cette nouvelle manière de décharger les condensateurs peut être utile dans un grand nombre de cas. Avec un certain nombre de bouteilles de Leyde associées, soit en batterie, soit en série, on obtiendra des décharges appropriées, par la tension et par la quantité de l'électricité dépensée, aux effets les plus variés. Déjà M. Ruhmkorff a vu l'application de cette méthode aux belles recherches de MM. Plucker et Hittorf. Le résultat satisfaisant que nous avons obtenu, en faisant passer la décharge dans un tube capillaire disposé comme les leurs, mais contenant des gaz à la pression ordinaire, nous permet d'espérer que la disposition en série pourra leur être de quelque utilité.

Séance du 16 _février_ 1863. — Théorie du magnétisme terrestre dans l'hypothèse d'un seul fluide électrique; par M. A. Renard. (Extrait par M. Lamé.)

Après avoir donné, d'après M. de La Rive, un résumé des opinions émises jusqu'à présent sur l'origine du magnétisme terrestre, l'auteur formule la sienne sur l'origine des courants d'Ampère. A son avis, ils sont dus au double mouvement de la terre au sein du fluide éthéré. Par suite du mouvement de translation, le fluide pénètre dans la croûte terrestre, et, par suite du mouvement de rotation de l'est à l'ouest, ce fluide y prend un mouvement en sens inverse, c'est-à-dire de l'ouest à l'est.

Les phénomènes magnétiques dépendent, comme on sait, de deux circonstances principales : la position du lieu d'observation et le temps. Le travail de l'auteur comprend deux parties, dans lesquelles il examine successivement l'influence propre à chacune de ces circontances.

Dans la première partie, il étudie le mouvement d'une molécule de fluide éthéré dans l'intérieur de la croûte terrestre supposée homogène. Il arrive à ce résultat : la molécule tend à décrire un grand cercle qui n'est pas fixe, mais qui se déplace continuellement de l'est à l'ouest sur la surface de la terre. De là l'explication du déplacement de l'équateur magnétique. Le plan du grand cercle fait, avec le plan de l'équateur terrestre, un angle d'autant plus grand que le point par lequel la molécule s'est introduite dans la croûte terrestre est plus rapproché des pôles. Au premier abord, on serait autorisé à conclure de ce résultat que les courants qui traversent l'équateur le font à peu près dans toutes les directions. Mais en observant, d'une part, qu'une molécule introduite près des pôles ne séjourne pas dans l'intérieur de la terre, parce qu'il faudrait que la résistance de l'air fût infiniment grande, comme l'indique le calcul, et d'autre part, que, lors même qu'elle y séjournerait, sa vitesse varie en raison inverse de sa distance au point de départ, comme l'auteur l'a reconnu ailleurs, on ne tarde pas à se convaincre que, rencontrant d'autres molécules dont le mouvement tend de plus en plus à être parallèle à l'équateur magnétique, elle finit par être entraînée dans le courant général qui va de l'est à l'ouest dans la zone située entre les tropiques. De là cette conclusion générale, que notre globe peut, jusqu'à un certain point, être assimilé à un solénoïde plus ou moins compliqué, qui ne peut s'étendre très-loin de part et d'autre de l'équateur terrestre, et dont l'axe se déplace continuellement en effectuant une révolution de l'est à l'ouest autour de l'axe de la terre.

Pour contrôler ces idées par l'expérience, l'auteur a cherché l'action d'un pareil solénoïde sur l'aiguille aimantée. D'abord, en examinant son influence sur la dé-

clinaison, il a été forcé de conclure que son axe ne peut être rectiligne, parce que la ligne sans déclinaison devrait être constamment un méridien terrestre, ce qui n'est pas. Passant de là au phénomène de l'inclinaison, il a été amené à cette conséquence, que les courants doivent circuler à une assez grande profondeur au sein de la terre; car s'ils ne circulaient qu'à sa surface, une aiguille aimantée, déplacée de l'équateur au pôle, conserverait toujours la même direction, tandis qu'elle fait une révolution de 180 degrés. Le même résultat aurait lieu si le solénoïde se réduisait à un seul courant à la surface de la terre, dans le plan de l'équateur magnétique. Supposant le rayon de ce solénoïde indépendant de la latitude et assez petit par rapport au noyau de la terre pour pouvoir négliger les puissances de ce rapport supérieures à la troisième, l'auteur a retrouvé les formules connues de Biot, qui indiquent comment varient l'inclinaison et l'intensité magnétiques avec la latitude. Ces formules ne peuvent être pour lui qu'une première approximation.

Dans la seconde partie de son travail, où la position du lieu de l'observation est supposée fixe et le temps variable, l'auteur s'occupe des variations séculaires, annuelles, diurnes et irrégulières.

Pour lui, les variations séculaires sont dues à la fois au mouvement de translation et au mouvement de rotation de la terre, ou déplacement de l'équateur magnétique, qui en est la conséquence. En partant des formules établies dans la première partie, et les admettant comme approximatives, sinon d'une manière parfaite, il explique comme on doit s'y attendre, du moins avec un accord général très-satisfaisant, la marche des phénomènes depuis les observations les plus reculées jusqu'à nos jours.

Les variations annuelles lui paraissent dépendre plus

spécialement du mouvement de translation. Du so
d'été au solstice d'hiver, on reconnaît, avec la plus l
attention, que les courants doivent s'incliner vers le
tout en conservant leur direction générale de l'est à l'o
et que, du solstice d'hiver au solstice d'été, ils do
s'incliner vers le nord. Réfléchissant ensuite que les l
de l'hémisphère austral sont recouverts d'une couche
conductrice formée par les eaux de la mer, on ne t
pas à pressentir que la seconde moitié du phénon
doit être peu sensible en comparaison de la première
là l'explication des variations annuelles observées
Cassini, Gilpin, Arago, etc.

Quant aux variations diurnes, l'auteur les rega
comme la conséquence du mouvement de rotation.
suite de la présence du soleil au-dessus de l'horizon
s'élève, dans les régions tropicales, des courants de
peur d'eau qui prennent du fluide électrique au sol e
la mer, puis le transportent dans les parties supérieu
de l'atmosphère. De là deux sortes de courants, les
supérieurs, qui vont de l'équateur aux pôles; les aut
inférieurs, dans le sol, qui vont des pôles à l'équate
au-dessus duquel le soleil se trouve. Les actions de
courants s'ajoutent pour faire dévier chaque jour l'aigu
aimantée dans le sens indiqué par l'observation.

Enfin, les variations irrégulières lui paraissent oc
sionnées par des courants analogues aux précédents, m
dus à des causes accidentelles, telles que les trembleme
de terre, les éruptions volcaniques, etc.

Séance du 2 mars 1863. — Expériences tendant à prouver que lorsqu'un paratonnerre ordinaire est foudroyé, son conducteur devient foudroyant pour les corps voisins; note de M. Perrot (présentée par M. Dumas).

J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie quelques-uns des résultats d'expériences nouvelles qui viennent à l'appui des trois propositions suivantes :

Première proposition. — Le conducteur du paratonnerre ordinaire présente à l'eau du sol dans laquelle il est plongé une surface de contact tellement insuffisante pour le prompt écoulement de l'électricité d'un coup de foudre, que ce paratonnerre ne peut être foudroyé sans que son conducteur ne foudroie en même temps les objets les plus rapprochés.

Deuxième proposition. — La surface immergée du conducteur du paratonnerre ordinaire, excessivement trop petite dans le cas précédent, est cependant assez grande pour livrer passage à un courant constant d'électricité capable de neutraliser l'électricité contraire du nuage orageux qui s'approche.

Troisième proposition. — Il suffit donc, ainsi que le pensent M. Babinet et M. Gavarret, pour mettre le paratonnerre ordinaire à l'abri des coups foudroyants, toujours dangereux aux corps voisins du conducteur, d'armer la tige de ce paratonnerre de pointes longues, divergentes, nombreuses, effilées et très-conductrices.

Avant de décrire les expériences, je crois devoir rappeler que l'instruction sur les paratonnerres dit avec raison (sauf ce qui regarde la direction de l'électricité) : « On ne saurait prendre trop de précautions pour procurer à la foudre un prompt écoulement dans le sol, car c'est de cette circonstance que dépend l'efficacité des paratonnerres. »

Mais cette circonstance essentielle ne me paraît pas exister dans les paratonnerres ordinaires.

En effet, il résulte des belles expériences de M. Pouillet et de M. Ed. Becquerel, que l'eau pure conduit l'électricité 6,754 millions de fois moins que le cuivre[1].

Il me semble résulter de là que l'écoulement de l'électricité entre l'eau du sol et le conducteur ne peut avoir lieu aussi facilement que dans le conducteur même, à moins que cette eau ne présente au conducteur une surface de 6,754 millions de fois plus grande que la section de ce conducteur.

En supposant que la section de ce conducteur soit de 1 centimètre carré, la partie immergée de ce conducteur devrait donc offrir à l'eau du sol une surface de 675,400 mètres carrés, qu'en raison de la plus grande conductibilité de l'eau des puits, et de plusieurs autres causes qu'il serait trop long d'énumérer ici, nous supposerons seulement de 1,000 mètres carrés.

Mais la surface immergée dans l'eau du sol n'atteint guère qu'un dixième de mètre carré dans les paratonnerres ordinaires.

Il me semble donc rationnel d'en conclure :

1° Que la surface immergée du conducteur du paratonnerre ordinaire qui reçoit le coup de foudre est environ dix mille fois moindre qu'elle ne devrait être ;

2° Que cette surface présente au passage de l'électricité une résistance dix mille fois environ plus considérable que la tige même du conducteur ;

3° Et enfin que, lorsque le paratonnerre ordinaire est foudroyé, il existe sur son conducteur une tension électrique proportionnelle à cette résistance, tension qui le rend foudroyant pour les corps les plus voisins.

[1] *Traité d'électricité* de M. Gavarret, t. II, p. 26.

Voici quelques expériences nouvelles qui viennent à l'appui de ces déductions :

Après avoir placé l'extrémité d'une tige représentant un paratonnerre à une distance explosible du conducteur d'une machine électrique en communication avec l'armature intérieure d'une bouteille de Leyde, j'ai plongé l'autre extrémité de cette tige dans l'eau d'un vase métallique communiquant avec l'armature extérieure de la bouteille et avec le sol. Cette tige, posée sur un support isolant, ne permettait pas à une des électricités de venir neutraliser l'autre, sans passer à travers l'eau.

La machine étant mise en action jusqu'à décharge spontanée, j'ai reconnu que l'eau était foudroyée à distance par le conducteur.

En effet, au lieu de traverser l'eau sans lumière et sans éclat, l'électricité formait à la surface du liquide une étoile brillante dont les rayons, aboutissant au conducteur immergé, avaient souvent une longueur triple de celle de l'étincelle foudroyante partie de la machine.

Voulant constater la tension électrique à divers points de la longueur de la tige, et par suite le danger que présente le voisinage d'un paratonnerre foudroyé, j'ai approché une sphère métallique de ces différents points ; la sphère a été foudroyée à une distance variant du quart au triple de la longueur de l'étincelle foudroyante de la machine.

Séance du 2 mars 1863. — **Sur un moyen d'obtenir un synchronisme parfait pour un nombre quelconque d'horloges reliées entre elles par un fil conducteur de courants électriques; extrait d'une lettre de M. Vérité à M. Séguier.**

Ayant eu à m'occuper de la répartition de l'heure dans la nouvelle gare du chemin de fer du Nord à Paris, j'ai

cherché à obtenir un synchronisme parfait entre un certain nombre d'horloges différentes. C'est de la solution de ce problème que je vais avoir l'honneur de vous entretenir. Peut-être cette idée nouvelle trouverait-elle son application en astronomie ou pour la détermination des longitudes. Ce n'est pas à moi qu'il appartient de juger cette question, mais assurément je regarde mon moyen comme très-avantageux pour l'usage civil. Voici ce que j'ai expérimenté ici avec un succès complet. Une première horloge type ferme un circuit voltaïque toutes les secondes, ou toutes les deux secondes ; le courant électrique est dirigé tout simplement dans un électro-aimant placé au-dessous du pendule d'une deuxième horloge ; l'extrémité de la tige en fer de ce pendule vient passer à proximité des pôles de l'électro-aimant. En supposant maintenant que cette deuxième horloge avance ou retarde tous les jours même de cinq ou dix minutes, par le seul fait que l'attraction magnétique viendra en temps voulu ajouter ou retrancher à l'attraction terrestre, cette avance ou ce retard se trouve corrigé immédiatement, et le synchronisme est définitivement établi avec l'horloge type ; il arrive toujours aussi, que si le circuit n'est fermé que toutes les deux secondes, tous les pendules oscillent du même côté que celui de l'horloge type.

Or, avec ce moyen, et volontiers sans autres frais que la pose d'un fil, on pourrait donc relier les horloges d'une ville avec la meilleure, qui servirait d'horloge type, et on aurait dans chaque ville l'heure d'une manière parfaitement uniforme ; à Paris, par exemple, l'Observatoire donnerait l'heure exactement à toutes les horloges. J'ai des piles qui fonctionnent pendant une année et plus : on serait donc certain que l'électricité ne ferait pas défaut, et, le cas échéant, aucune horloge n'arrêterait...

Séance du 6 avril 1863.— Remarques au sujet d'une communication de M. Vérité sur un moyen d'obtenir le synchronisme des horloges publiques; note de M. L. Foucault, présentée par M. Faye.

Dans la séance du 2 mars dernier, M. Vérité a proposé d'établir le synchronisme entre plusieurs horloges dont chaque pendule serait influencé à distance par un électro-aimant rendu périodiquement actif au moyen de courants distribués par une horloge type.

A l'occasion de cette communication, qui a été favorablement accueillie, il convient peut-être de rappeler comment ce principe de subordination d'un pendule à un autre a été énoncé, dès l'année 1847, à la suite d'un mémoire où M. Faye étudie avec beaucoup de soin les moyens de soustraire la pendule astronomique aux différentes causes d'erreur.

Le moyen consiste principalement à placer l'horloge sous terre, dans la couche de température invariable et enfermée dans une enveloppe hermétique ; mais pour tirer parti de l'instrument dans de telles conditions, il fallait recourir à l'électricité.

« L'ordre des lectures, dit alors M. Faye (*Comptes rendus*, t. XXV, p. 380), n'ayant pas permis à M. Foucault de présenter lui-même le mémoire qu'il avait préparé à ma demande, je me bornerai à indiquer succinctement le point capital. L'auteur a recours à l'électricité dynamique sans altérer dans sa construction l'échappement de la pendule type, il profite du mouvement oscillatoire de l'axe qui porte la fourchette, pour opérer alternativement la distribution de l'électricité dans deux fils métalliques, lesquels allant s'enrouler sur deux électro-aimants, les aimanteront chacun à son tour pendant la durée d'une seconde. Ces électro-aimants seront affectés à diriger la

marche d'une seconde horloge placée sur le lieu de l'observation. Pour cela, de chaque côté et à une petite distance de la tige de son pendule, armée d'ailleurs d'une pièce en fer doux, on fixera les électro-aimants, qui devront être très-petits et qui exerceront sur les oscillations une action accélératrice ou retardatrice, suivant que l'horloge subordonnée tendrait à retarder ou à avancer sur la pendule principale. »

Ce passage, écrit il y a seize ans par M. Faye, est rédigé avec une clarté qui ne me laisse aucun regret de n'avoir pas publié le mémoire.

Séance du 13 *avril* 1863. — M. Vérité adresse une note à l'occasion d'une communication récente de M. Foucault « sur un moyen d'obtenir le synchronisme des horloges. »

L'idée d'obtenir, au moyen de courants électriques, le synchronisme entre deux ou plusieurs appareils chronométriques n'est pas certainement, dit M. Vérité, le point sur lequel pourrait porter une réclamation de la part de M. Foucault, et cette idée a été émise bien avant la communication faite à l'Académie par M. Faye. M. Foucault a proposé un moyen de réaliser cette idée; moi, j'en ai non-seulement conçu, mais exécuté un autre, c'est ce que je tiens à établir.

La note de M. Vérité et celle de M. Foucault sont renvoyées à l'examen d'une commission, composée de MM. Pouillet, Faye et Séguier.

Séance du 30 *mars* 1863. — Sur la conductibilité du thallium pour l'électricité; par M. Lucien de La Rive (présenté par M. H. Sainte-Claire Deville.)

La conductibilité du thallium a été mesurée par la méthode de Wheatstone, en comparant la résistance d'un

fil du métal à celle d'un étalon de mercure distillé. Le thallium qui a servi à ces mesures provient d'un échantillon donné par M. Lamy au laboratoire de chimie de l'école normale. Pour mettre le métal sous la forme de fil, on l'a d'abord fondu, puis battu au marteau pour allonger le lingot, et enfin passé à la filière. Cette dernière opération est rendue difficile par le peu de ténacité du thallium ; il faut humecter souvent le métal et tirer avec précaution le fil, pour l'obtenir à un certain degré de finesse.

La conductibilité d'une substance, évaluée en mesurant la résistance d'un fil cylindrique, a pour expression :

$$C = \frac{L^2 D}{PR}.$$

L est la largeur du fil, P le poids, R la résistance, et D la densité.

Mesure de la densité. — On ne peut pas obtenir directement la densité du thallium par rapport à l'eau, car le métal s'y dissout dans une proportion qui n'est pas négligeable : 5 grammes perdent, durant l'opération, environ 10 milligrammes. On s'est servi d'huile de naphte ayant séjourné sur du sodium, et les densités suivantes sont rapportées à celles de l'huile de naphte à la température de 11 degrés.

Thallium en lames préparé par M. Lamy.	1° 14,351 2° 14,342	moyenne. .	14,346
Thallium fondu.	1° 14,332 2° 14,329	moyenne. .	14,330
Thallium en fil de 1 millimètre de diamètre.	1° 14,260 2° 14,292	moyenne. .	14,276

Les actions mécaniques du marteau et de la filière dé-

terminent, d'après ces résultats, une faible diminution de densité, environ 4/1000. La densité de l'huile de naphte ayant été trouvée égale à 0,8275, la densité du thallium fondu à 11 degrés est 11,853, valeur qui est bien en accord avec les nombres donnés par M. Lamy: 11,862 à 0 degré, et la densité du même métal en fil est 11,808.

Mesure de la conductibilité. — On a expérimenté sur quatre fils différents ; les extrémités du fil étaient serrées dans des pinces en cuivre, et le fil plongeait dans un flacon rempli d'huile de naphte.

Longueur du fil L.	Poids P.	Résistance R.	Valeur de $C = \frac{L^2 D}{PR}$.	Température.
311mm	1773mg	120,0	5,36	15°
190	1255	64,6	5,38	10
260	1182	129,6	5,21	11
190	504	161,4	5,24	12
		Moyenne.	5,30	12°

La mesure de la résistance a toujours été faite très-peu de temps après que le fil avait été tiré, mais sa surface n'en était pas moins déjà couverte d'une couche d'oxyde. Toutefois, comme il n'a pas été possible de constater, à partir de ce moment, une augmentation de résistance, il est à présumer que cette circonstance n'a qu'une influence négligeable sur la conductibilité. Un fil laissé à l'air pendant vingt-quatre heures a éprouvé une augmentation de résistance d'environ 2/100. La moyenne des valeurs de C est 5,30 à la température de 12 degrés, rapportée au mercure à 14 degrés. La conductibilité du mercure est 1,63, celle de l'argent étant 100, ce qui donne pour le thallium 8,64, valeur comprise entre celle du plomb, 7,77, et celle de l'étain, 11,45, et qui est de

beaucoup inférieure à la conductibilité des métaux alcalins.

Variation de la résistance avec la température. — La résistance d'un même fil a été déterminée à trois températures différentes :

Température.	Résistance.
15°	120,0
35°	128,6
53°	137,4

Le coefficient K étant calculé par la formule $R_t = R_0(C+KT)$, on trouve $K = 0{,}0038$, nombre compris dans les limites entre lesquelles se trouvent, pour la plupart des métaux, les valeurs de ce coefficient.

Séance du 2 novembre 1863.— M. de Lafollye, inspecteur des lignes télégraphiques, en résidence à Tours, adresse la lettre suivante à l'appui de sa demande de dépôt d'un paquet cacheté.

Les dépêches télégraphiques transmises par le télégraphe autographique doivent être préalablement tracées sur un papier revêtu d'une préparation spéciale, et lorsque le destinataire doit recevoir un *fac-simile* de l'écriture ou en général de l'œuvre émanée de la main de son correspondant, celui-ci doit transcrire lui-même sur la feuille télégraphique le document qu'il désire transmettre.

Si ces *fac-simile* doivent être admis plus tard comme des témoignages authentiques, il est évident que la sécurité des destinataires est seule garantie ; cependant, lorsqu'il s'agit de preuves à produire, le cas ordinaire consiste à communiquer un document émané de tiers et qu'on possède le plus souvent pour le faire valoir contre eux ; or, lorsqu'il y a lieu de faire cette communication

rapidement et à distance, le télégraphe autograph
est actuellement impuissant.

Transmettre télégraphiquement le *fac-simile* d'un
cument écrit ou dessin, au moyen du télégraphe a
graphique, sans que ce document ait été au préal
transcrit par son auteur sur le papier administratif,
donc la question à résoudre.

J'espère l'avoir résolue. Cependant, comme mes es
n'ont pas encore reçu la sanction de la pratique, et
celle-ci peut m'amener à modifier les moyens que je
pose, j'ai renfermé la description sommaire de ces moy
dans le paquet cacheté ci-joint, que j'ai l'honneur de v
prier de recevoir en dépôt pour m'assurer, si besoin
la propriété de mon procédé lorsque je serai en mes
de le faire connaître.

BULLETIN ET CHRONIQUE.

Pile de M. Jacobini, inspecteur des télégraphes pontificaux. — Cette pile se compose d'un vase de verre, de deux métaux, de sulfate de cuivre pulvérisé, de sable et d'eau naturelle. Les deux métaux sont le cuivre et le zinc ; ce dernier a la même forme absolument que dans la pile Daniell ; le cuivre a la forme cylindrique, et ressemble au petit vase poreux, mais il est ouvert par le fond. La partie inférieure du cuivre est percée de trous jusqu'à la hauteur de 5 centimètres, et son bord inférieur est taillé en forme de scie. Avant de le mettre en place, on enveloppe d'un papier buvard toute la partie du cylindre qui se trouve perforée.

La hauteur totale du cylindre est de 13 centimètres, et le diamètre de 4 centimètres. On soude à sa partie supérieure le fil de cuivre qui sert d'électrode.

Formation de la pile. — On monte cette pile en plaçant d'abord au fond du bocal une couche de sable d'un centimètre et demi environ, ensuite un disque de papier buvard avec un trou au milieu, de la grandeur du cylindre de cuivre ; on place le cylindre de cuivre sur le sable découvert à l'endroit où le papier est percé, sur le disque de papier on met le cylindre de zinc ; on met du sable dans le bocal, de sorte que le cylindre de zinc, tant au dedans qu'au dehors, soit en contact avec lui ; on remplit enfin le cylindre de cuivre de sulfate en poudre, le pressant de temps en temps à mesure qu'il s'élève. Cela fait, on verse de l'eau par parties égales dans le sable et dans le sulfate, afin qu'ils en soient tous deux également pénétrés.

La pile tarde quelques heures à entrer en activité complète, son intensité va d'abord en croissant; vers le cinquième ou sixième jour, elle atteint au maximum, elle descend ensuite quelque peu pour rester constante indéfiniment.

Le cuivre, comme on voit, fait ici l'office et de vase poreux et de récipient du sulfate, la surface des deux métaux en présence est ainsi notable, bien que l'action chimique n'ait lieu que dans les parties inférieures de chacun. On perce le cuivre pour faciliter la communication du liquide, mais les trous se ferment s'ils sont petits, et pour cela ils doivent avoir environ 3 ou 4 millimètres. Beaucoup suppriment la dentelure inférieure. Les végétations de cuivre atteindraient bientôt le zinc, et c'est pour prévenir cet inconvénient qu'on a eu recours à la couche de sable du fond du bocal, et à l'enveloppe de papier buvard. Quand on réfléchit qu'après un certain temps les diaphragmes poreux ordinaires sont devenus une pure croûte métallique, sauf sur quelques points peu nombreux, et que néanmoins la pile fonctionne toujours, on voit que la substitution d'une lame entière de cuivre ne doit nuire en rien : le sable, du reste, fait l'office du diaphragme poreux ; il doit être fin et quartzeux, et ne pas faire effervescence avec les acides. Déjà cette pile opère avec pleine satisfaction sur les lignes télégraphiques romaines. Elle use fort peu de sulfate, la quatrième partie à peine de celle que consomment les piles ordinaires des télégraphes. En outre, le zinc de la pile, démontée après deux mois d'action, s'est trouvé altéré, il est vrai, mais seulement dans la partie inférieure, et sans qu'il fût recouvert par le cuivre précipité, qui paralyse tant l'action des autres piles.

La force d'un élément de cette pile est un peu plus des deux tiers de celle d'un élément d'une pile d'égale dimension à vase poreux, autant que nous avons pu l'apprécier par la marche de l'enregistreur. En effet, six des nouveaux éléments équivalent à quatre des autres avec une petite différence en plus : quant à la tension, elle est sensiblement la même.

Son entretien se réduit à y mettre de temps en temps un peu d'eau, et après un mois, un peu de sulfate. En résumé, la pile

de M. Jacobini l'emporte sur toutes les piles connues au double point de vue de la propreté et de l'économie.

(*Les Mondes*, 29 octobre 1863.)

On voit que cette pile n'est autre que la pile Minotto, dont la forme est légèrement modifiée.

Pile Minotto. — Extrait d'une lettre de M. Minotto : « La décision d'employer ma pile dans les bureaux a été déjà prise en Belgique, en Espagne, en Portugal et par la société des chemins de fer de la Lombardie et de l'Italie centrale, et les essais se continuent par le gouvernement italien, par celui de l'Autriche, qui va la substituer à celle de son bureau central de Vienne ; en Hollande, où je dois en envoyer 200 couples ; en Bavière, en Saxe, en Russie, en Prusse. En Angleterre et en France, elle a été appliquée au télégraphe de M. Bonelli. Le gouvernement français a aussi fait faire des expériences, et quoiqu'on se serve encore des piles Callaud et Marié-Davy, je ne doute pas qu'on ne finisse par apprécier l'avantage de ma nouvelle pile. »

(*Les Mondes*, 5 novembre 1863.)

Horloges électriques. — Le conseil d'administration du chemin de fer du Nord, après une longue délibération, a définitivement confié à M. Vérité, de Beauvais, la mission de donner l'heure à la nouvelle et immense gare que l'on achève actuellement.

La solution de ce grand problème exige : 1° un régulateur type d'une marche parfaitement uniforme, obtenue par un échappement tout nouveau, qui sera installé dans la salle du conseil d'administration ; 2° sept cadrans avec pendules et mouvements d'horlogerie installés sur divers points de la gare (le nombre des cadrans ira en augmentant à mesure que la gare s'achèvera) ; 3° sept aimants unificateurs de l'heure, installés sous les horloges des cadrans. (*Les Mondes*, 26 novembre 1863.)

---

dépasse pas 4 mètres et la ligne ne possède qu'un fil. Il en est de même d'une seconde ligne qui se dirige aussi au nord pour aboutir à Recht, situé à 50 farsakh (278 kilomètres) de Téhéran, sur le bord de la mer Caspienne.

Le matériel de fils, isolateurs, etc., a été fourni par des maisons françaises, entre autres M. Menans, qui, en 1863, a fait une fourniture de 37,500 kilogrammes de fil de 3 millimètres. Cette fourniture est la seconde de même valeur. On peut ajouter à ce chiffre 5,000 manchons pour relier les bouts de fils, 800 tendeurs, 10,000 cloches à crochet, 50 consoles, etc. Les appareils de transmission sortent de la maison Bréguet ; ce sont des récepteurs à cadran alphabétiques, auxquels on a ajouté un cercle concentrique qui contient les caractères de l'alphabet persan, comprenant aussi vingt-six lettres. Les premières fournitures datent du mois de septembre 1857. Depuis cette époque, en janvier 1858, en novembre 1859 et enfin en février 1863, l'administration persane a reçu au moins vingt récepteurs, autant de manipulateurs, et de plus des boussoles, sonneries, paratonnerres, même des relais, le tout en nombre équivalent, et enfin des planchettes ou tables de manipulation disposées à l'avance pour les communications intérieures. Le chiffre de trente-deux sonneries et d'autant de paratonnerres prouverait suffisamment la fréquence des orages dans cette partie du globe. Le prix total de tout le matériel expédié par les négociants français s'élèverait à un chiffre de 150,000 francs, et l'on assure que déjà le montant des taxes perçues aurait couvert et au delà cette dépense de première construction.

Le tarif fixé pour la transmission des dépêches est de 1 *chahi* (5 centimes environ) par lettre ; mais il faut observer que la langue persane permettant la suppression des voyelles, il en résulte une économie notable dans l'écriture et dans le temps écoulé pour la transmission.

L'organisation administrative est toute soumise au régime militaire sous l'autorité immédiate du ministre du commerce. La surveillance des lignes est faite par des cavaliers qui résident dans des postes établis sur le parcours des fils.

Nous espérons recevoir prochainement de nouveaux détails plus authentiques sur l'état actuel de la télégraphie en Perse, et nous nous empresserons de les publier. D'autre part, nous trouvons au *Moniteur* la correspondance suivante, datée de Téhéran, du 20 octobre 1863 :

« Les ingénieurs chargés de la construction du télégraphe de Bagdad à Bouchir, passant par Téhéran, Ispahan et Chiraz, sont presque tous arrivés : ils vont se mettre immédiatement à l'œuvre, et l'on a tout lieu de penser que la section entre Téhéran et Bagdad, qui doit relier la capitale persane au réseau européen, sera ouverte d'ici à quatre mois. »

(Communiqué par M. Laviale de Lameillère.)

Tarifs internationaux. — Depuis le 1er janvier, la taxe des dépêches échangées entre la France et la Suisse a été réduite au prix uniforme de 3 francs, et la taxe de celles échangées entre la France et l'Espagne au prix uniforme de 4 francs.

Galvanisation du fer. — La Société d'encouragement vient de décerner un prix de 10,000 francs à M. Sorel, inventeur de la galvanisation du fer.

Décorations. — Par décret du 5 janvier, M. Ceillier, inspecteur des lignes télégraphiques, chef du service de la province de Constantine, a été nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Le gouvernement espagnol vient d'accorder : 1° la croix de chevalier de l'ordre d'Isabelle-la-Catholique à MM. Wattebled, sous-inspecteur, ancien chef de la mission de Cochinchine ; Hudot, directeur de transmissions, chef actuel de la mission ; Laborde, chef de station attaché à la mission ; — 2° la croix de chevalier de l'ordre de Marie-Isabelle-Louise au surveillant Lassalle, attaché au même service.

H. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

A handbook of practical telegraphy. Manuel de télégraphie pratique, par R. S. Culley, ingénieur télégraphique. 1 vol. in-8°. Londres, 1863.

Ce manuel, qui a été écrit en vue de faciliter l'instruction des employés de la télégraphie, est publié sous les auspices du président et des directeurs de la Compagnie électrique internationale. Il faut donc s'attendre à y trouver de préférence les procédés qu'a adoptés cette grande compagnie, qui, par l'étendue de son réseau et l'importance de son travail, marche de pair avec les administrations du continent.

Suppléer dans une certaine mesure aux instructions verbales et à l'expérience que donne la pratique, traduire les notions scientifiques, qui intéressent le télégraphiste, en langage vulgaire ; tel est le double but que s'est proposé M. Culley. Après avoir exposé sommairement les principes élémentaires de l'électricité et du magnétisme, il insiste, non sans motifs, sur les lois de l'intensité du courant. C'est le préambule indispensable d'un long chapitre qui est consacré aux dérangements des lignes et aux méthodes dont on doit faire usage pour les découvrir. L'auteur parait attacher une grande importance à ce que les employés qui manipulent les appareils sachent découvrir la nature d'un dérangement, en limiter les effets et y remédier. Afin de faciliter les opérations de ce genre, les principaux bureaux de la Compagnie électrique internationale sont pourvus d'un instrument imaginé par M. C.-F. Varley, qui permet de faire avec exactitude et célérité tous les essais de conductibilité et d'isolement. Il ne semble pas douteux qu'il doive résulter de l'usage de ces méthodes, appliquées par des hommes instruits et expérimentés, une grande amélioration dans l'état des lignes télégraphiques, surtout lorsque le grand nombre de fils rend les dérangements plus fréquents et plus nuisibles.

Il y a grand avantage, sans contredit, à familiariser de bonne heure l'employé avec l'idée de *résistance* qui peut résumer pour lui toute l'électricité. Dans cette science si vaste, on pourrait considérer spécialement les notions relatives à la continuité des circuits et à l'intensité des courants permanents, et en faire une science à part, la *cyclomatique* (science des circuits), qui serait par rapport à l'électricité ce que la cinématique est à la mécanique. Il importe peu que l'employé connaisse la théorie de la pile, les lois de l'induction et de l'état variable du courant. C'est à l'électricien qu'il appartient d'analyser ces phénomènes et de les étudier, soit pour en faire profiter ou en garantir le travail des lignes. Mais la continuité des circuits, l'effet des dérivations, la mesure des résistances, toutes ces notions sont d'un usage journalier dans les bureaux, et l'employé qui les ignore réduit de lui-même son travail à une opération machinale.

C'est donc avec plaisir que nous voyons que M. Culley a traité avec des développements considérables la recherche des dérangements et la mesure des résistances. Au contraire, la description des appareils occupe une faible place. Il y a peu d'intérêt, en effet, à faire connaître à l'employé les rouages et le mécanisme des instruments, puisque ceux-ci ne peuvent être entretenus que par la main délicate du constructeur. Quant aux problèmes inépuisables des appareils imprimant, des manipulateurs automatiques, des rappels de sonnerie, etc., il n'en est pas question ici ; et cela devait être, car ces problèmes n'ont pas jusqu'à ce jour su prendre une place dans la télégraphie pratique.

Nous avons remarqué avec satisfaction que les travaux de nos compatriotes sont connus et appréciés en Angleterre. M. Culley cite volontiers, à l'appui de ses opinions, les écrits de MM. Blavier, Gavarret et du Moncel. Par réciprocité, nous étudierons avec fruit, dans le *Manuel de télégraphie pratique*, les instruments, les procédés et les méthodes auxquels les ingénieurs anglais accordent la préférence.

H. Blerzy.

BULLETIN NÉCROLOGIQUE.

EUGÈNE GOUNELLE.

Gounelle est mort dans la nuit du 19 au 20 novembre dernier C'est avec la plus vive douleur que nous enregistrons cette perte dans ce recueil, dont il fut un des fondateurs et des rédacteurs les plus actifs.

Notre chagrin sera partagé par tous ceux qui ont connu la belle et généreuse nature de Gounelle, dont la mort n'est pas seulement une perte pour l'administration télégraphique, mais aussi pour la science, où il avait su se faire un nom apprécié et estimé.

Gounelle était le type du vrai savant, du savant comme on aime à le voir, modeste, réservé et loyal. Il tenait peu à produire pour faire parler de lui, mais à savoir, à étendre sans cesse le champ de ses connaissances et à rectifier les erreurs ou les fausses théories qu'il voyait mettre en avant. Et cependant, pour quiconque a pu juger comme nous la haute intelligence de Gounelle, la netteté de son esprit, la profondeur et la justesse de ses aperçus, la variété et l'étendue de ses connaissances, combien n'est-il pas à regretter que les circonstances, une trop grande modestie, une santé qui fut toujours délicate, l'aient empêché de mettre au jour une foule de recherches qu'il avait entreprises !

Né à Paris le 2 février 1821, Gounelle fut admis à l'école polytechnique en 1840, et en sortit en 1842 pour entrer, comme sous-lieutenant d'artillerie, à l'école d'application de Metz. Mais bientôt la nostalgie de la famille (la famille fut la grande pensée de sa vie) et son peu d'attrait pour la vie de garnison, la seule que la paix lui montrât alors en perspective, l'amenèrent à quitter la carrière qu'il avait embrassée. De concert avec un de ses camarades, M. Richard, il chercha quelque autre issue à son acti-

vité. Il devina que les progrès récents qu'avait faits la science de l'électricité allaient transformer le service des lignes télégraphiques, et il entra dans cette administration.

On venait de faire en Angleterre et en Amérique quelques essais heureux, et bien que les esprits même les plus hardis fussent loin de prévoir le succès sur une grande échelle de la nouvelle et merveilleuse application de la physique, M. Alphonse Foy, chef de l'administration, avait résolu de tenter l'expérience sur une longue ligne, celle de Paris à Rouen.

Devait-on, comme le conseillaient bien des gens, se mettre à la remorque de savants et de spéculateurs étrangers, dont les procédés étaient d'ailleurs loin d'avoir atteint toute la perfection désirable, ou bien créer, avec les ressources d'un corps intelligent et depuis longtemps organisé, une télégraphie française marchant d'elle-même dans la voie du progrès.

C'est ce dernier parti, le seul digne d'une grande nation, qui fut adopté par M. Foy, en dépit des obstacles de tout genre qu'il rencontra, et l'arrivée de Gounelle dans l'administration fut une bonne fortune, car on n'était pas familiarisé alors comme on peut l'être maintenant avec les lois et les propriétés de l'électricité. Il restait, d'ailleurs, bien des questions à résoudre pour faire passer la télégraphie électrique de l'état expérimental dans le domaine de la pratique.

Gounelle fut donc chargé de l'établissement de la première ligne électrique française. Il convenait admirablement pour une pareille mission. Par son esprit ingénieux et inventif, il surmonta toutes les difficultés. Bien des perfectionnements importants, des instruments dont plusieurs sont encore utilisés, sont dus à notre pauvre ami Gounelle, qui ne vit jamais que l'accomplissement d'un devoir là où tant d'autres eussent cherché gloire et profit. Sans parler des témoignages administratifs, la famille de Gounelle conserve plusieurs lettres d'Arago qui montrent combien furent appréciés les services qu'il rendit à cette époque.

Nous ne suivrons pas Gounelle dans sa carrière administrative; tour à tour, et à diverses reprises, inspecteur, professeur à

l'administration télégraphique, à l'école des ponts et chaussées membre de commissions, chargé de travaux importants et de re cherches scientifiques, partout et toujours on retrouve ce mêm caractère modeste, ferme et indépendant, prêt à combattre l'erreur ne reculant jamais devant le travail, alors même qu'il devait dé passer ses forces, partout se faisant aimer de ses collègues et res pecter de ses inférieurs.

On sait la part que prit Gounelle aux expériences qui furen faites en 1849 pour déterminer la vitesse de l'électricité, expé riences devenues classiques, et qui ont servi de base à toutes celle du même genre qui ont été entreprises par la suite. Ces expé riences, commencées de concert avec M. Fizeau, furent un de titres de ce dernier à l'Institut. Gounelle avait, dès cette époque entrevu le vrai caractère de la propagation de l'électricité. Cett question, si importante au point de vue de la télégraphie électri- que, fut toujours une de celles qui l'intéressèrent le plus. Il l connaissait mieux que personne et y consacra de longues heure d'étude. Envisageant le problème au même point de vue qu M. Gaugain, il employa ses dernières années à traiter par le calcu tous les cas qui peuvent se présenter dans le phénomène de l propagation. Il a reproduit dans ces *Annales* (numéro de septem bre-octobre 1863) quelques-uns de ses principaux résultats, e préparait un mémoire étendu qu'il avait l'intention de soumettr à l'Académie des sciences, lorsque la mort vint interrompre se travaux. Peut-être pourrons-nous plus tard réunir les divers élé- ments de ce grand travail et faire ressortir son importance tech nique; aujourd'hui et en présence d'une tombe si récemmen fermée, nous n'avons pas le courage d'entreprendre cette analyse

Depuis plusieurs années la santé de Gounelle s'altérait et l'o bligeait à prendre de temps en temps plusieurs semaines de repos La maladie, empirant, prit la forme d'une bronchite chronique Il alla plusieurs fois aux Eaux-Bonnes, puis en dernier lieu au eaux du Mont-Dore, d'où il revint épuisé, pour s'éteindre dans le bras de sa famille, à quarante-trois ans, dans toute la force de l'âge et de l'intelligence.

Pendant plusieurs années notre sort a été lié à celui de Gounelle; c'est pendant cette période que nous avons pu surtout apprécier les qualités de son esprit et de son cœur. Si nous regrettons une intelligence qui donnait des espérances si brillantes, nos regrets ne s'adressent pas moins à l'homme, à l'ami.

Gounelle avait puisé dans sa famille une foi religieuse très-vive. Il fut dès sa jeunesse et pendant toute sa vie un catholique fervent. Sa piété s'alliait d'ailleurs à toutes les hardiesses que la science moderne apporte nécessairement dans le domaine de la religion. Il appartenait à ce groupe de chrétiens éclairés qui savent concilier des convictions orthodoxes avec toutes les saines conclusions que l'esprit humain a su tirer de ses longs travaux. Il aimait la controverse, surtout avec ses amis intimes; il acceptait volontiers toute discussion, assez sûr de lui-même pour ne pas craindre de montrer le fond de sa pensée. Souvent il parlait avec animation, alors même que sa voix fatiguée, surtout dans les dernières années, trahissait sa volonté, et se laissait aller à des discussions spéculatives avec une sorte d'enthousiasme méridional. Plus souvent il montrait, dans les jugements qu'il portait sur les idées d'autrui, une critique sûre, discernant avec une rare sagacité le point où la vérité dégénérait en sophisme, et ne se laissant jamais éblouir par l'éclat des fausses théories, alors même qu'elles se présentaient sous le patronage des noms les plus accrédités. Il portait dans ses opinions cette indépendance de caractère qui fut un de ses traits distinctifs et qu'il montra toujours dans la conduite de sa vie.

Hors de ses fonctions administratives, Gounelle vécut tout entier au sein de sa famille, auprès d'une femme aimable et distinguée, d'une mère pieuse et dévouée, de ses enfants, dont l'éducation l'occupait sérieusement; de son frère, l'abbé Gounelle, un des membres les plus estimés du clergé de Saint-Sulpice. Le quartier de Saint-Sulpice était comme la patrie de Gounelle. Il y tenait par tous les liens qui l'attachaient à cette terre, c'est dans les limites de ce quartier qu'il entretenait des relations avec quelques savants qui professaient pour lui une grande estime et les sentiments les plus affectueux. Le monde ne l'attira jamais; il se donna

sans réserve au foyer domestique. C'est là qu'il attendait que le mouvement extérieur vînt le trouver, et s'il jugeait utile de ne point rester étranger aux nouveautés du dehors, il ne les admettait qu'autant qu'elles étaient de nature à élever ses idées.

Tel est l'ami que nous avons perdu. Sa vie si pure et si simple est de celles dont l'exemple forme pour les enfants un inappréciable héritage! Son souvenir est de ceux qui nous donneront toujours, à nous tous qui l'avons connu, une douce et salutaire émotion.

E.-E. Blavier.

Nancy, 1er décembre 1863.

REVUE DE TÉLÉGRAPHIE SOUS-MARINE.

Ligne de Jersey. — La communication a été rétablie par le câble de Jersey à Piron (Manche) dans les derniers jours de novembre 1863. Ce câble était interrompu depuis le mois de janvier.

Ligne de Grèce.— Le câble de Gallipoli à Chio vient d'être interrompu. Les dépêches à destination de la Grèce et de l'Archipel sont provisoirement expédiées par la poste à partir de Gallipoli.

Ligne d'Alexandrie. — Le câble de Benghazy à Alexandrie est interrompu depuis le 13 janvier, à midi et demi. Les expériences indiquent que la rupture est à 98 milles nautiques de Benghazy, et l'on soupçonne qu'elle a été produite par une ancre. Le temps était très-mauvais sur la côte d'Afrique. Un bâtiment appartenant à MM. Glass, Elliot et Ce a dû partir de Londres, aussitôt que l'accident a été connu, pour venir réparer cette ligne.

(Communiqué par M. Bréguet.)

H. Blerzy.

DESCRIPTION

D'UN DISQUE AUTOMATIQUE

ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE

POUR LES CHEMINS DE FER.

Les disques de chemins de fer sont des appareils destinés à protéger les trains. Ils sont généralement formés d'une feuille de tôle circulaire, mobile autour d'un axe vertical passant par son centre, et pouvant recevoir deux positions différentes, l'une parallèle, l'autre perpendiculaire à la voie. La première position indique que la voie est libre, la seconde indique qu'elle est fermée. Le changement de position s'obtient mécaniquement, à l'aide d'un levier plus ou moins éloigné, qui se relie à l'axe du disque par un fil métallique.

La manœuvre ne produit quelquefois qu'un résultat incomplet, surtout à une grande distance; elle présente quelques difficultés dans les courbes, quelquefois même elle est impossible dans les cas de vents violents.

On cherche depuis quelque temps des procédés automatiques qui pussent donner des résultats plus complets et plus certains, et, en ce moment, la Compagnie des chemins de fer de l'Est met à l'essai un nouveau système dû à l'invention de M. Morot, mécanicien à Nancy. Dans ce système, le disque se développe ou s'efface par l'action même du train. Le premier disque développé protége la

voie jusqu'à ce que le train, continuant sa marche, arrivé à un second disque : alors celui-ci est dévelop son tour, et au même instant le premier s'efface. Le t peut en même temps, au moyen de sonneries ou d'ap reils spéciaux, avertir en arrière que le disque a fo tionné, et même prévenir en avant de sa présence su voie. Tous ces résultats s'obtiennent au moyen de di organes, que nous allons décrire successivement; n verrons ensuite dans quel ordre ils fonctionnent par su du passage du train.

Le disque est formé de deux ailes semblables en tôl et B (fig. 1), comprenant chacune deux secteurs oppo de 60 degrés environ. Ces ailes sont peintes en rouge côté qui regarde le train arrivant; de l'autre côté, e sont moitié blanches et moitié noires. Elles sont mont dans des plans voisins sur un même axe fixe horizontal autour duquel elles peuvent tourner de 60 degrés en s inverse. Elles peuvent s'effacer en rentrant dans un écran de la même forme, placé verticalement dans le prolong ment d'une colonne de fonte F.

Le mouvement des ailes se produit au moyen d'u tige verticale T, présentant à sa partie supérieure de branches d'inégale longueur qui viennent saisir les ai par de petits goujons faisant office de manivelles. Av cette disposition, il suffit que la tige soit un peu déplac de droite à gauche, et les ailes viennent s'épanouir dehors de l'écran, en formant avec lui un disque comple si, au contraire, le déplacement de la tige a lieu de gauc à droite, les ailes rentrent l'une derrière l'autre dans l' cran qui, dès lors, reste seul visible. La tige motrice e fixée par sa partie inférieure à l'axe d'un balancier à doub effet MN (fig. 4), dont le bras N sert d'armature à u électro-aimant E placé au-dessous.

Ici se présentait une difficulté dont l'inventeur a su triompher par une heureuse combinaison : si, au-dessous du levier N, on plaçait comme armature une simple lame de fer doux, l'électro-aimant serait incapable de fournir une force attractive suffisante pour l'effet à produire ; car, quel que soit, près de l'axe du balancier, le rapprochement de l'armature et de la surface agissante, leur distance sera toujours considérable à l'extrémité du bras de levier, et comme l'attraction magnétique varie en raison inverse du carré de la distance, elle deviendrait évidemment à peu près nulle en ce dernier point.

Le levier imaginé par M. Morot se compose de deux parties distinctes, portant chacune une moitié de l'armature, ou plutôt de deux leviers montés sur un même axe, mais indépendants l'un de l'autre, et soutenant chacun une lame de fer doux. L'un de ces leviers (fig. 2) est formé de deux parties en chêne, traversées en leur milieu par une première armature P; l'autre est d'une seule pièce en chêne, entaillée en son milieu et portant à son extrémité une deuxième armature P′.

Ces deux leviers se montent sur le même axe, l'un au milieu de l'autre, et la lame métallique P se logeant dans l'entaille de la partie P′, de telle sorte que les deux armatures viennent à peu près se juxtaposer à la face inférieure du levier complet, mais dans des plans différents, le plan inférieur étant occupé par P′. Cette dernière armature peut être élevée ou abaissée au moyen d'une vis de pression V, disposée de manière à agir sur l'extrémité inférieure qui lui correspond.

Quant à l'électro-aimant (fig. 3), il est formé d'une seule bobine horizontale E, dont les pôles prolongés viennent à la partie supérieure se recourber à angle droit et s'épanouir en deux larges surfaces d'action S et S′.

Quand le courant traverse cet électro-aimant, il est évident que la force attractive, au lieu d'agir d'abord et seulement sur la partie de l'armature la plus voisine de l'axe commencera, au contraire, par s'exercer sur la partie P' la plus éloignée de l'axe, mais la plus voisine de la surfac d'action : l'armature P' tend donc la première à venir s mettre en contact avec le pôle qui l'attire ; mais en mêm temps la force attractive se transmet à l'autre partie P d levier, par l'intermédiaire de la vis de réglage V ; l'armature P, se trouvant ainsi entraînée, se rapproche de l'électro-aimant et subit à son tour l'attraction magnétique.

Afin de pouvoir effectuer le mouvement du balancie à de grandes distances, M. Morot a placé près de l'électro-aimant moteur un petit appareil qu'il nomme *communicateur* et qui n'est autre chose qu'un relais local, analogu à ceux employés dans les appareils télégraphiques. C'est u électro-aimant ordinaire, communiquant d'un côté ave le fil de ligne et de l'autre avec la terre.

Au-dessus de l'électro-aimant, et à portée de l'armature, se trouve une petite borne à laquelle vient aboutir l fil de la bobine du moteur, qui communique d'autre par avec la terre.

L'armature de l'électro-aimant est reliée au pôle positi d'une pile locale, et toutes les fois qu'elle est attirée, ell vient buter contre son arrêt et fermer ainsi le circuit d l'électro-moteur.

Examinons maintenant ce qui se rapporte à l'autre bras M du balancier (fig. 4). Son extrémité porte une suspensio comprenant un ressort à boudin R traversé par une tig verticale T', qui se rattache par sa partie inférieure à u autre bras de levier L. Si le levier L est abaissé, la tig descend en comprimant le ressort, et l'action de ce ressort, qui s'exerce de haut en bas, se transmet à la suspen

sion qui s'abaisse sans secousse, en entraînant le bras M du balancier. Ce levier L se relie par une tige à glissière G à un nouveau levier placé sur le sol. A l'axe de ce dernier aboutit un arbre de couche perpendiculaire à la voie et communiquant à une longue tige de fer disposée sur la face interne du rail extérieur, et faisant office de pédale. Quand le train passe, cette pédale s'abaisse un peu sous l'action des roues et le mouvement se transmet au bras de levier L par l'arbre de couche et le levier intermédiaire. L'autre bras L′ du levier L est fixé à la partie supérieure d'un soufflet qui s'ouvre sans effort, quand le bras L est abaissé, et se referme lentement quand il est abandonné à lui-même. Au-devant du soufflet se trouve un petit appareil à contacts K maintenu dans l'inaction, tant que le soufflet reste baissé, par un doigt en bois D attaché à l'extrémité du bras de levier L′.

La figure 5 représente cet appareil vu de face. Il se compose de deux ressorts munis de contacts R et R′, qu'on introduit dans le circuit du disque voisin. Quand le soufflet est fermé, le doigt presse sur le ressort R et maintient les contacts à l'écart; mais dès que le soufflet se soulève, le doigt abandonne le ressort R, qui vient rencontrer R′ et fermer le circuit dans lequel l'appareil est placé.

Il est facile maintenant de suivre la marche du mouvement déterminé par le passage du train et de comprendre la manière dont les effets se produisent : la pédale, en se déplaçant, fait mouvoir le levier qui lui correspond par l'intermédiaire de l'arbre de couche; le mouvement se communique au levier du soufflet par la tige à glissière, et enfin au balancier moteur par la tige T′ et la suspension R. Le balancier se trouve ainsi écarté de l'électro-aimant, et la tige motrice, se déplaçant de droite à gauche, déploie les ailes du disque. En même temps que cette

action mécanique se produit, il s'en produit une autre due à la même cause et qui peut être utilisée de diverses manières : le levier du soufflet, en s'abaissant d'un côté, se lève de l'autre ; le soufflet suit le mouvement ascensionnel et s'emplit immédiatement d'air, mais alors le communicateur K se trouve dégagé, et s'il est placé dans le circuit d'une sonnerie à trembleur destinée à prévenir le chef de gare que le disque a fonctionné, cette sonnerie marchera jusqu'à ce que le soufflet, qui se trouve abandonné à lui-même, aussitôt le passage du train, se soit refermé en redescendant lentement par son propre poids, et ait repris sa position primitive pour venir interrompre le circuit.

Arrivé à un second disque, le train le développe mécaniquement comme le premier ; mais en même temps, le communicateur K, dégagé, ferme le circuit du relais local au premier disque : là, le circuit de la pile locale se trouvant à son tour fermé, l'électro-aimant moteur agit, le balancier s'abaisse jusqu'au contact, et enfin la tige motrice se déplace de gauche à droite pour replier les ailes dans leur écran.

Le communicateur, dégagé par le soufflet, peut être employé en outre à fermer le circuit d'une sonnerie ou d'un signal spécial disposé en avant de la voie, et destiné à prévenir au loin de la prochaine arrivée du train.

Ce qui précède s'applique aux lignes à deux voies ; le système présente nécessairement quelques modifications dans le cas où il doit être employé pour une voie unique. La figure 6 indique la disposition adoptée en ce cas : le rail voisin porte deux pédales symétriques qui correspondent aux soufflets S et S'. A portée de ces deux soufflets se trouve placé un double levier ACB, en forme de X, pouvant basculer dans un sens ou dans un autre, sui-

vant qu'il sera mis en mouvement par le soufflet S ou par le soufflet S'. Ce double levier peut agir, d'un côté, sur un petit levier D, qui se comporte avec le communicateur I de la même manière que le soufflet unique dans le premier système, et, de l'autre, sur un second petit levier L auquel est attachée la tige T' destinée à agir sur le balancier moteur.

Si le train parcourt la voie dans le sens indiqué par la flèche, le soufflet S, étant soulevé le premier, entraîne le bras A du double levier, qui, par son extrémité opposée, abaisse le petit levier L et, par suite, développe le disque pour fermer la voie. Quant au soufflet S', il se trouve soulevé à son tour, mais il n'a aucun effet. Il est évident que, dans ce cas, les ailes du disque doivent être peintes en rouge des deux côtés.

Si le train parcourt la voie dans le sens contraire, c'est le soufflet S' qui est soulevé le premier ; alors le double levier s'incline par le bras B et agit sur le petit levier D qui dégage le communicateur, et le disque éloigné, dans le circuit duquel se trouve placé ce communicateur, se referme aussitôt.

Il est important, dans tous les cas, que le signal d'arrêt, une fois produit, ne puisse s'effacer par aucune cause étrangère à l'action électro-magnétique. M. Morot obtient ce résultat en employant un cliquet dit de sûreté, qu'il met en jeu par un électro-aimant fixé à la tige motrice, et qui prend son point d'arrêt sur la colonne de fonte. Lorsque l'action mécanique se produit pour le développement du disque, le cliquet est entraîné avec la tige, puis il s'abaisse de son propre poids et vient buter par une échancrure contre son arrêt. Si, au contraire, le courant arrive dans l'électro-moteur pour effacer le disque, il traverse en même temps l'électro-aimant du cliquet ; ce-

lui-ci se soulève et, glissant sur son arrêt, il laisse la motrice effectuer son mouvement.

L'installation de ce système présente une particu qu'il importe de signaler. Quoique renfermant deux cuits différents, la partie électro-magnétique est con tement desservie par une pile unique placée dans le v nage du disque, et voici l'arrangement que l'invente adopté dans ce but : de la pile P (fig. 7) partent d électrodes positives se rendant, l'une, à l'électro-i teur E, l'autre, à l'électro-aimant, qui fait office de re local R ; quant à l'électrode négative, elle va se rendre rail voisin par la borne T, qui reçoit, en outre, un communiquant avec l'armature A du relais. En secc lieu, l'électro-moteur communique avec le contact contre lequel vient buter l'armature du relais, quand fonctionne, et l'électro-aimant du relais communiq avec la ligne, qui va se terminer au communicateur du disque suivant. Ce communicateur est relié d'aut part avec le rail auquel aboutit le bouton T du premi disque.

Le circuit extérieur se ferme au communicateur K ; se compose des conducteurs qu'on rencontre en suivan les lettres P R K T″ T′ T et P.

Le circuit local se ferme lorsque l'armature du relai se trouve en contact avec son arrêt ; il se compose ainsi PECAT et P.

M. Morot emploie ainsi les rails comme fils de retour, parce qu'ils offrent moins de résistance que la terre, et qu'il peut dès lors se contenter d'une moins grande tension ; il pense en outre que, dans ces conditions, le fil de ligne n'a plus besoin d'être aussi bien isolé et qu'il se trouve complétement soustrait aux influences atmosphériques. Quoi qu'il en soit, il est constant que son système

ut être desservi avec une pile de huit éléments, quand s rails font partie du circuit, tandis qu'il lui en faut ize pour produire le même effet, quand il termine le rcuit simplement par la terre. La disposition qu'il adopte rait donc au moins l'avantage de réaliser une notable onomie. Quant aux décharges atmosphériques, nous ne ensons pas qu'elles soient sérieusement à craindre; omme elles ne sont qu'instantanées, elles ne peuvent voir aucun effet sur l'électro-moteur, qui exige une action non-seulement intense, mais encore d'une certaine urée.

La pile employée par M. Morot est une pile de Bunsen modifiée comme il suit : le zinc et le vase poreux sont lacés sur un petit support en verre de 3 ou 4 centimètres de hauteur, de sorte que la partie supérieure du vase poreux, s'élevant de 4 centimètres au-dessus du vase extérieur, forme, pour ainsi dire, un réservoir d'acide destiné à enrichir le liquide extérieur. Au lieu de plonger dans un mélange d'eau et d'acide sulfurique, le zinc plonge dans un mélange d'eau et d'acide azotique, et à mesure que cette eau perd son acide par suite de la transformation de celui-ci en azotate de zinc, elle reçoit du vase poreux, par filtration, de nouvelles quantités d'acide qui permettent à l'action chimique de se renouveler, de telle sorte que l'électricité s'engendre incessamment et d'une manière à peu près constante, tant que le niveau de l'acide dans le vase poreux ne s'est pas abaissé au-dessous du niveau du liquide extérieur, ce qui ne se produit qu'après vingt-huit ou trente heures.

Pour maintenir le liquide extérieur à un niveau constant et le débarrasser de son azotate de zinc au fur et à mesure qu'il se forme, M. Morot interpose entre le zinc et le vase extérieur un manchon en verre, crénelé à sa

partie inférieure, et il ajoute au vase extérieur un
goulot qui permettra au liquide de se déverser au del
Le liquide se trouve ainsi séparé en deux parties com
niquant entre elles; la partie qui baigne le zinc re
l'acide; celle comprise entre le manchon et le vase e
rieur reçoit le sel de zinc, qui s'écoule au dehors dès
le niveau tend à s'élever.

L'entretien de cette pile est peu dispendieux; ell
compose de 8 éléments, et sa consommation ne dép
pas 16 centimes par vingt-quatre heures. Elle offre en
tre l'avantage de ne pas décroître rapidement d'intens
comme la pile ordinaire de Bunsen; son intensité a
mente, au contraire, pendant quarante heures à parti
sa formation, puis elle reste sensiblement la même p
dant l'espace de trente-deux jours.

Pour terminer la description sommaire des appar
de M. Morot, nous devons relater encore le moyen don
fait usage pour assurer les signaux nocturnes. Le dé
loppement du disque est indiqué pendant la nuit par u
lanterne devant laquelle le disque, en s'ouvrant, vi
placer une partie de sa surface, formée d'un verre colo
Mais il importe que la lampe ne s'éteigne pas, ou
moins qu'elle puisse être rallumée immédiatement da
le cas d'une extinction accidentelle. M. Morot a imagi
à cet effet un appareil extrêmement simple, auquel
donne le nom d'*avertisseur thermo-électrique*, parce qu
est basé sur l'action combinée du calorique et de l'éle
tricité.

Un tube recourbé en V (fig. 8) est suspendu dans
lanterne par un axe horizontal C, fixé un peu au-desso
de son centre de gravité. Ce tube est terminé par deu
boules, l'une A, communiquant avec l'atmosphère, l'au
tre B, emprisonnant une certaine quantité d'air. On l

rempli d'eau jusqu'à la naissance de ces deux boules. Si la boule B vient à être chauffée, l'air se dilate, repousse le liquide, le force à s'élever dans la boule A, et la première se trouvera évidemment allégée aux dépens de la seconde. Si, au contraire, l'action du calorique vient à cesser, l'air se contracte, le liquide abandonne la boule A pour remonter vers la boule B, qui reprend dès lors son poids primitif, de sorte que le tube basculera dans un sens ou dans l'autre, suivant que la lampe sera allumée ou éteinte. Un appendice métallique CR vient buter alternativement contre les bornes M et I, dans les positions extrêmes. La borne I est isolée ; elle correspond à la position que prend l'appareil quand la lampe est allumée. La borne M communique avec le pôle positif d'une pile, et l'appendice CR avec la terre. Dès que la lampe s'éteint, l'appendice vient, au contact de M, fermer le circuit de la pile, et une sonnerie à trembleur, placée dans ce circuit, prévient immédiatement de l'accident.

Comme on le voit, le système automatique de M. Morot renferme des détails vraiment ingénieux ; il répondrait, croyons-nous, à toutes les exigences, s'il pouvait être dégagé de quelques complications. Plus un système est simple, moins il renferme de causes de dérangements, et, dans une question d'un aussi haut intérêt, dans une question qui se rattache aussi directement à la sécurité des voyageurs, tout doit être prévu, tout doit être assuré. On doit donc attendre, pour se prononcer sur la valeur pratique du nouveau système, le résultat des essais dont il est l'objet. On peut néanmoins espérer, grâce aux efforts tentés de divers côtés, que ce problème intéressant ne tardera pas à recevoir une solution satisfaisante.

CH. MIÈGE,
Directeur des transmissions à Nancy.

APPLICATION

DE

LA THÉORIE GÉNÉRALE

DE LA PROPAGATION DE L'ÉLECTRICITÉ

A L'ÉTUDE DES CONDUCTEURS TÉLÉGRAPHIQUES.

Procédés pour déterminer à un instant quelconque la ré-sistance d'un fil et les pertes qui se produisent sur tout sa longueur. — Comparaison des degrés d'isolement d deux systèmes de supports.

L'isolement des conducteurs télégraphiques aériens sous-marins ou souterrains étant généralement imparfait il en résulte des pertes d'électricité dont la grandeur dé-pend : 1° de la conductibilité électrique du milieu envi-ronnant; 2° de la résistance que les conducteurs eux mêmes offrent au passage des courants électriques; 3° du degré d'isolement, par rapport à la terre, que présenten (dans les lignes aériennes) les appuis qui les supportent Indiquer des moyens pour déterminer à un moment donné par des expériences simples, sinon exactement, du moins avec la plus grande approximation possible, chacune de ces trois choses, et voir par suite l'influence de chacune d'elles sur la bonté de ce fil, tel est le but de ce travail.

Il a déjà été publié (t. I, p. 220) un travail de M. Bla-vier sur les dérivations du courant le long des lignes électriques, dans lequel l'auteur, en suivant une méthode élémentaire, fondée seulement sur les lois des courants dérivés, a étudié d'une manière complète l'influence que

ces pertes, occasionnées tant par les appuis que par la conductibilité du milieu environnant, exercent sur l'intensité des courants transmis, et a exposé plusieurs applications pratiques des résultats auxquels il est arrivé. Il a ainsi résolu la première et la troisième parties de cette question, mais ne s'est pas occupé de la seconde, qui a aussi son importance. Toutefois le but principal du présent article, qui contient une solution complète de cette question, est moins de combler une lacune que de montrer comment les formules générales de la propagation de l'électricité, publiées dans les *Annales* (t. II, p. 243) par M. Blavier lui-même, en collaboration de M. Gounelle, permettent de donner des solutions simples. Envisagé à ce point de vue, ce travail, beaucoup moins complet que celui dont il vient d'être question, ne sera pas, il faut l'espérer, sans intérêt pour les lecteurs de ce recueil.

En étudiant la propagation de l'électricité le long d'un conducteur linéaire placé dans un milieu qui isole imparfaitement, tel que l'air saturé d'humidité, on arrive (voir t. II, p. 243) à ce résultat que, pour une section de ce conducteur située à la distance x d'un point fixe pris sur ce conducteur, la tension électrique u et la tension I du courant étaient données par les deux formules

$$u = Ce^{nx} + C'e^{-nx}, \tag{1}$$
$$I = k\omega n\,(Ce^{nx} - C'e^{-nx}); \tag{2}$$

en admettant, d'après les expériences de Coulomb, que la perte de l'électricité par l'atmosphère est proportionnelle à la tension et, de plus, qu'elle est la même d'un bout à l'autre du fil.

Dans ces formules, C et C' sont des constantes qui se déterminent pour chaque cas particulier, quand on con-

naît les valeurs de u ou de I pour deux points du con-
teur;

e est la base du système des logarithmes népériens
k est le coefficient de conductibilité du conducteur
ω est la section du conducteur;

n est un nombre qui dépend de la conductibilité é-
trique du milieu qui environne le conducteur[1]. En re-
sentant par b la quantité d'électricité perdue dans l'u-
de temps par l'unité de surface, en supposant que
tension électrique soit égale à l'unité, on a la relat-
$n^2 = \frac{bc}{k\omega}$, dans laquelle c est le pourtour de la section
conducteur. b caractérise parfaitement l'influence du -
lieu environnant sur les pertes, et il est assez exact
l'appeler *coefficient de conductibilité électrique du mili-*
sa valeur, qu'il importe de déterminer, se déduit simp-
ment de celle de n, quand on connaît k et ω. Cette d-
nière quantité est connue pour chaque conducteur télégr-
phique; mais k, le coefficient de conductibilité du fil, e-
généralement très-différent de la valeur que donneraie-
des expériences faites dans un cabinet sur un fil semblab-
à celui qui constitue la ligne; les tendeurs, les jonctio-
de deux bouts consécutifs, et d'autres causes peut-êt-
inconnues, modifient tellement la résistance d'un condu-
teur télégraphique, qu'il y a lieu de la mesurer de nou-
veau chaque fois qu'on veut la connaître. Lorsque l-
conducteur est imparfaitement isolé, cette résistance n-
peut être obtenue directement par des expériences ordi-
naires; il est donc nécessaire de donner un moyen de la dé-

[1] $\frac{1}{n}$ représente la résistance qu'opposerait à l'écoulement de l'é-
lectricité un fil qui remplacerait toutes les dérivations qui ont lieu
sur l'unité de longueur du conducteur, résistance que M. Blavier
désigne par m.

terminer dans ce cas, le plus commun en télégraphie. Cette quantité étant connue, ainsi que la longueur l et la section ω, on peut en déduire le coefficient de conductibilité du fil, qui est le nombre qui, substitué à k dans l'expression $\frac{l}{k\omega}$, donne un résultat égal à la valeur trouvée pour résistance de ce fil.

La solution des deux premières questions se trouve ainsi ramenée à la recherche de n et de $\frac{l}{k\omega}$, cette dernière expression représentant la résistance du conducteur. La troisième ne peut être résolue qu'imparfaitement, au moyen de la solution trouvée pour la première.

Détermination de n. — Soient A et B les deux postes qui sont aux extrémités du conducteur, dont la longueur est l. A met le fil en communication avec l'un des pôles d'une pile, par l'intermédiaire d'une boussole de sinus, l'autre pôle étant à la terre; et il observe la déviation α produite par le courant d'intensité I_i, quand la deuxième extrémité du fil est isolée en B; puis la déviation β produite sur la même boussole par le courant d'intensité I_t, quand au poste B on met le fil en communication avec la terre.

Ces deux expériences suffisent pour calculer n au moyen des formules fondamentales (1) et (2). En effet, en prenant pour origine des valeurs de x l'extrémité B du conducteur, on a, dans le cas de la première expérience, $I=0$ pour $x=0$, et par suite

$$0=k\omega n(C-C'),$$

d'où

$$C=C'$$

et les relations (1) et (2) deviennent alors

$$u=C(e^{nx}+e^{-nx}),$$
$$I=k\omega nC(e^{nx}-e^{-nx}).$$

Si l'on représente par ε la tension de la pile qui e
communique avec le conducteur, tension qui est la m
dans les deux expériences, faites à des instants très-r
prochés, ε est la valeur de u pour $x=l$, et comme,
hypothèse, I_l est la valeur de I aussi pour $x=l$, on a

$$\varepsilon = C(e^{nl}+e^{-nl}),$$
$$I_l = k\omega n C(e^{nl}-e^{-nl}),$$

d'où
$$I_l = k\omega n\varepsilon \frac{e^{nl}-e^{-nl}}{e^{nl}+e^{-nl}}.$$

Dans le cas de la deuxième expérience, $u=0$ pour $x=$
et par suite :

$$0 = C + C' \quad \text{ou} \quad C' = -C,$$

et les relations (1) et (2) deviennent alors

$$u = C(e^{nx}-e^{-nx}),$$
$$I = k\omega n C(e^{nx}+e^{-nx})\ [1];$$

et comme pour $x=l$ on a $u=\varepsilon$, $I=I_l$, il vient

$$\varepsilon = C(e^{nl}-e^{-nl}),$$
$$I_l = k\omega n C(e^{nl}+e^{-nl});$$

d'où l'on déduit

$$I_l = k\omega n\varepsilon \frac{e^{nl}+e^{-nl}}{e^{nl}-e^{-nl}}. \qquad ($$

[1] Si dans la relation $I = k\omega n C(e^{nx}+e^{-nx})$ on fait $x=0$, on
l'intensité du courant à l'extrémité du fil qui communique avec
terre, $I_0 = 2k\omega n C$, et comme l'intensité du même courant à l'e
trémité qui est en communication avec la pile a pour expressi
$I_l = k\omega n C(e^{nl}+e^{-nl})$; il en résulte $\frac{I_0}{I_l} = \frac{2}{e^{nl}+e^{-nl}}$, formule identiq
à celle obtenue par M. Blavier (t. I, p. 230).

Divisant, membre à membre, l'équation (4) par l'équation (3), et posant $p = \frac{I_l}{I_i} = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha}$, il vient

$$p = \frac{(e^{nl} + e^{-nl})^2}{(e^{nl} - e^{-nl})^2}, \qquad (5)$$

équation dans laquelle la quantité n est seule inconnue. Sa résolution ne présente aucune difficulté. Si l'on pose, en effet, $e^{nl} = y$, d'où $e^{-nl} = \frac{1}{y}$, on a

$$\frac{\left(y + \frac{1}{y}\right)^2}{\left(y - \frac{1}{y}\right)^2} = p,$$

d'où

$$\frac{y + \frac{1}{y}}{y - \frac{1}{y}} = \sqrt{p}. \qquad (6)$$

Le premier membre est toujours nécessairement positif, et par suite $\sqrt{p}$, qui est un nombre plus grand que 1, doit toujours être pris avec le signe +. Pour simplifier la forme des calculs, on peut poser $\sqrt{p} = q$, et l'équation (6) devient

$$\frac{y + \frac{1}{y}}{y - \frac{1}{y}} = \frac{y^2 + 1}{y^2 - 1} = q,$$

d'où

$$y = \pm\sqrt{\frac{q+1}{q-1}}.$$

Le second membre est toujours réel, puisque $q > 1$, et il ne faut prendre que la valeur positive, puisque y est essentiellement positif. Ainsi

$$y = +\sqrt{\frac{q+1}{q-1}},$$

et comme on a posé $e^{nl}=y$, on a

$$nl=\log y,$$

d'où
$$n=\frac{1}{l}.\log y,$$

ou
$$n=\frac{1}{l}.\log\sqrt{\frac{q+1}{q-1}}\ [1], \qquad (7$$

les logarithmes étant pris dans le système de Néper, mai[s] on peut effectuer les calculs avec les logarithmes ordinaires, en faisant usage de la formule suivante :

$$n=\frac{1}{l}\times 2,3025851\times\log\sqrt{\frac{q+1}{q-1}}.$$

[1] En faisant usage des résistances A et B, exprimées en fil identique à celui qui constitue le conducteur, et qui, substituées au conducteur, formeraient avec la même pile des circuits dont les courant[s] produiraient respectivement sur la boussole les déviations α et β M. Blavier donne (t. I, p. 226), pour déterminer $m=\frac{1}{n}$, la formul[e] simple $m=\sqrt{AB}$, qu'on peut déduire facilement des considération[s] qui servent de base à ce travail.

Puisque les résistances A et B sont exprimées en fil identique à cel[ui] du conducteur, leurs longueurs réduites sont respectivement $\frac{A}{k\omega}$, $\frac{B}{k\omega}$ et par suite on a, d'après les lois de Ohm :

$$I_i=\frac{\varepsilon}{\frac{A}{k\omega}}=\frac{\varepsilon.k\omega}{A},$$

$$I_l=\frac{\varepsilon.k\omega}{B}.$$

Les relations (3) et (4) donnent, d'autre part,

$$I_i=k\omega n\varepsilon\frac{e^{nl}-e^{-nl}}{e^{nl}+e^{-nl}},$$

$$I_l-kn\omega\varepsilon\frac{e^{nl}+e^{-nl}}{e^{nl}-e^{-nl}};$$

On peut, du reste, calculer n sans recourir à l'emploi des logarithmes. On a en effet :

$$\frac{q+1}{q-1}=\frac{q\left(1+\frac{1}{q}\right)}{q\left(1-\frac{1}{q}\right)}=\frac{1+\frac{1}{q}}{1-\frac{1}{q}},$$

et par suite, d'après la formule (7) :

$$n=\frac{1}{l}.\log\sqrt{\frac{1+\frac{1}{q}}{1-\frac{1}{q}}}=\frac{1}{l}\times\frac{1}{2}\left\{\log\left(1+\frac{1}{q}\right)-\log\left(1-\frac{1}{q}\right)\right\}.$$

La quantité $\frac{1}{q}$ étant inférieure à 1, $\log\left(1+\frac{1}{q}\right)$ et $\log\left(1-\frac{1}{q}\right)$ peuvent être remplacés par deux séries convergentes :

$$\log\left(1+\frac{1}{q}\right)=\frac{1}{q}-\frac{1}{2q^2}+\frac{1}{3q^3}-\frac{1}{4q^4}+\frac{1}{5q^5}-\ldots$$

$$\log\left(1-\frac{1}{q}\right)=-\frac{1}{q}-\frac{1}{2q^2}-\frac{1}{3q^3}-\frac{1}{4q^4}-\ldots$$

d'où

$$\log\left(1+\frac{1}{q}\right)-\log\left(1-\frac{1}{q}\right)=2\left(\frac{1}{q}+\frac{1}{3q^3}+\frac{1}{5q^5}+\ldots\right)$$
$$=\frac{2}{q}\left(1+\frac{1}{3q^2}+\frac{1}{5q^4}+\ldots\right),$$

d'où l'on déduit

$$n\frac{e^{nl}-e^{-nl}}{e^{nl}+e^{-nl}}=\frac{1}{A},$$
$$n\frac{e^{nl}+e^{-nl}}{e^{nl}-e^{-nl}}=\frac{1}{B}.$$

Multipliant membre à membre, on a

$$n^2=\frac{1}{AB}, \quad \text{ou} \quad \frac{1}{n}=\sqrt{AB}.$$

Cette formule est très-simple, mais elle nécessite la recherche des résistances de A et de B, pour la détermination desquelles on peut ne pas avoir toujours les appareils nécessaires; de plus, elle suppose connue la conductibilité réelle du fil de ligne, ce que n'exige pas la formule (7).

ou, en remplaçant q par $\sqrt{p}$,

$$\log\sqrt{\frac{q+1}{q-1}}=\frac{1}{2}\left\{\log\left(1+\frac{1}{q}\right)-\log\left(1-\frac{1}{q}\right)\right\}=\frac{1}{\sqrt{p}}\left(1+\frac{1}{3p}+\right.$$

Plus loin, on déterminera le nombre des termes qu doit prendre pour avoir la valeur de cette série avec approximation donnée. Pour le moment, afin de sim fier les formules, on peut poser

$$\Sigma=1+\frac{1}{3p}+\frac{1}{5p^2}+\frac{1}{7p^3}+\dots$$

d'où

$$\log\sqrt{\frac{q+1}{q-1}}=\frac{1}{\sqrt{p}}\cdot\Sigma$$

et

$$n=\frac{1}{l\sqrt{p}}\cdot\Sigma, \qquad ($$

formule qui permet de calculer n, pourvu que l'on co naisse la longueur l du fil.

Détermination de la résistance du conducteur. — P trouver cette résistance, représentée par l'expression $\frac{l}{k\omega}$ faut faire les deux expériences indiquées précédemme puis immédiatement former dans le poste A, avec la mê pile et une résistance connue R, un circuit compren la même boussole de sinus, et observer la déviatio produite par le nouveau courant d'intensité I_r sur l' guille de cette boussole.

Soit ρ la résistance de la pile; comme sa tension est to jours ε, on a, d'après la loi de Ohm :

$$I_r=\frac{\varepsilon}{\rho+R}. \qquad ($$

Mais, d'autre part, la relation (4) donne

$$I_l=k\omega n\varepsilon\frac{e^{nl}+e^{-nl}}{e^{nl}-e^{-nl}}.$$

Si l'on divise membre à membre, et que, pour simplifier, on pose

$$s = \frac{I_l}{I_r} = \frac{\sin\beta}{\sin\gamma},$$

il vient $$s = k\omega n(\rho + R)\frac{e^{nl} + e^{-nl}}{e^{nl} - e^{-nl}};$$

et comme on a vu précédemment que

$$\sqrt{p} = \frac{e^{nl} + e^{-nl}}{e^{nl} - e^{-nl}},$$

on a $$s = k\omega n(\rho + R)\sqrt{p},$$

ou, en remplaçant n par sa valeur tirée de (10),

$$s = k\omega(\rho + R)\frac{1}{l}\Sigma,$$

d'où $$\frac{l}{k\omega} = \frac{(\rho + R)\Sigma}{s}. \qquad (12)$$

Cette formule n'exige la connaissance d'aucune des dimensions du fil pour calculer sa résistance; mais si l'on veut en déduire le coefficient k de conductibilité, il faut connaître sa longueur l et sa section ω.

Calcul de b. — En remplaçant, dans la relation $n^2 = \frac{bc}{k\omega}$, n par sa valeur tirée de la formule (10), et $k\omega$ par sa valeur tirée de la formule (12), on a

$$b = \frac{s\Sigma}{plc(\rho + R)}. \qquad (13)$$

Cette formule donne la valeur de b en fonction de la conductibilité du corps pris pour type de la résistance (et d'après lequel sont exprimées les résistances connues ρ et R), pourvu toutefois que la section de ce fil pris pour type soit égale à l'unité de surface. Dans le cas où il n'en est pas ainsi, il faut remplacer la résistance de ce fil type par celle d'un fil de même nature, mais de section égale à

l'unité, ce qui revient à remplacer, dans la formule (13
$(\rho+R)$ par $\frac{\rho+R}{\pi}$, r étant le rayon du fil type. Cette formule devient alors :

$$b=\frac{\pi r^2 s \Sigma}{p l c(\rho+R)}, \tag{14}$$

dans laquelle l, c, ρ et R doivent être exprimés en fonction de la même unité de longueur que r.

Lorsque le conducteur sur lequel on opère est lui-même cylindrique et de rayon r', on a $c=2\pi r'$, et alors la relation (14) devient

$$b=\frac{r^2 s \Sigma}{2 p l r'(\rho+R)}. \tag{15}$$

Comme exemple d'application de cette dernière formule, soit

$$\begin{aligned} l &= 100 \text{ kilomètres,} \\ \rho+R &= 150 \quad — \\ r &= 2 \text{ millimètres,} \\ r' &= 1^{mm},5, \end{aligned}$$

b est donné par l'expression

$$b=\frac{4 s \Sigma}{3 p\, 100000000.150000000}.$$

Remarques. 1° Sauf les cas où l'on veut déterminer l'influence de pertes très-petites, on peut faire usage de piles assez faibles pour que les déviations α, β, γ soient inférieures à 20 degrés, ce qui permet de substituer les rapports de ces angles aux rapports de leurs sinus.

2° En prenant des piles peu résistantes ou composées d'un petit nombre d'éléments, la résistance ρ est souvent assez petite pour pouvoir être négligée devant R, et par suite on peut la supprimer dans les formules (12), (13), (14), (15). Quand cette suppression n'est pas possible,

on détermine facilement sa valeur par l'un des moyens connus.

3° Au moyen des formules (12) et (13) ou des dérivées de cette dernière, on peut calculer exactement, dans le cas de l'hypothèse énoncée au commencement, la résistance de la ligne et la conductibilité du milieu environnant. Dans la pratique, on n'est, du moins pour ce qui concerne les lignes télégraphiques aériennes, jamais dans ce cas hypothétique, le seul que l'on puisse soumettre au calcul, mais on ne s'en éloigne souvent que d'une manière peu notable, et par suite le résultat fourni par ces formules s'écarte souvent peu de la vérité. On s'en approche, du reste, davantage en faisant à l'extrémité B du fil les mêmes observations qu'à l'extrémité A, calculant $\frac{l}{k\omega}$ et b d'après les nouvelles expériences, et prenant pour résistance de la ligne et pour coefficient de conductibilité du milieu environnant, les moyennes des résultats calculés d'après ces doubles observations.

4° Lorsqu'on connaît à l'avance la valeur réelle du coefficient de conductibilité du fil, on connaît par là même $\left(\frac{l}{k\omega}\right)$, et la formule (13) est inutile pour calculer b, qui se déduit de $n^2 = \frac{bc}{k\omega}$, en y remplaçant n par sa valeur tirée de la relation (10).

Valeur de la série Σ. — Cette série, dont le terme général, celui qui en a m avant lui, a pour expression $\frac{1}{(2m+1)p^m}$, a pour valeur

$$\Sigma = 1 + \frac{1}{3p} + \frac{1}{5p^2} + \ldots + \frac{1}{(2m+1)p^m} + \ldots$$

Il est facile de déterminer le nombre des termes que l'on doit prendre dans chaque cas pour avoir la valeur

de Σ, et par suite celles de n, $\frac{l}{k\omega}$, b, avec une approxima-tion relative donnée, un centième de la valeur véritable par exemple. Le calcul qui sert à résoudre cette question incidente n'offrant aucun intérêt, il suffit d'indiquer ici la formule la plus pratique et la plus simple dans l'application. Cette relation est la suivante :

$$\frac{1}{(p-1)(2m+3)p^m} < \varepsilon, \qquad (16)$$

ε représentant la limite relative donnée, et m le nombre des termes, moins un, que l'on doit prendre pour avoir la valeur de Σ avec cette approximation. La valeur de m est le nombre entier le plus petit au moyen duquel cette inégalité est satisfaite; on l'obtient en remplaçant, dans la relation (16), m successivement par 1, 2, 3, ...

En déterminant d'après cette formule les nombres de termes qu'il faut prendre pour obtenir Σ à un centième de sa valeur réelle, on trouve que, pour les valeurs de p comprises depuis 2 jusqu'à 3 (exclusivement), il faut prendre 5 termes, et par suite, dans les formules qui contiennent Σ, remplacer cette quantité par $1+\frac{1}{3p}+\frac{1}{5p^2}+\frac{1}{7p^3}+\frac{1}{9p^4}$.

Pour les valeurs de p comprises depuis 3 jusqu'à 5 (exclusivement), prendre 3 termes, c'est-à-dire remplacer, dans les formules établies, Σ par $1+\frac{1}{3p}+\frac{1}{5p^2}$.

Enfin, pour les valeurs de p comprises depuis 5 jusqu'à 10 (inclusivement), prendre 2 termes et remplacer alors Σ par $1+\frac{1}{3p}$.

Dans la pratique, on pourrait, du reste, faciliter considérablement les calculs, en dressant à l'avance une table des valeurs numériques de Σ pour les valeurs de p com-

prises entre 2 nombres donnés, 2 et 20, par exemple, et différant entre elles de $\frac{1}{10}$. On prendrait, pour une valeur donnée de p, la valeur de Σ qui correspondrait, dans ce tableau, à la valeur de p la plus rapprochée de la valeur donnée.

Indication de quelques cas où l'on peut faire utilement usage des procédés que l'on vient d'exposer.

Ce qui a été dit jusqu'ici suffit pour montrer comment on doit faire usage, dans les diverses circonstances qui peuvent se présenter, des méthodes exposées pour déterminer soit la résistance d'un conducteur, soit l'influence du milieu environnant. Il peut cependant être utile de donner quelques indications sur les cas principaux où ces méthodes peuvent être appliquées utilement en télégraphie, et pour procéder avec ordre, il est bon de considérer successivement les conducteurs aériens, les conducteurs sous-marins et les conducteurs souterrains. Mais avant, il y a quelques observations à faire : 1° dans la plupart des cas, on a à opérer sur des fils aboutissant à des appareils; il faut alors avoir bien soin, dans les deux premières expériences indiquées, de ne pas introduire ces appareils dans le circuit; 2° dans les mêmes cas, on pourra former le circuit nécessaire pour la troisième expérience avec les bobines des électro-aimants de ces appareils; 3° pour que les résultats fournis par les procédés qu'on vient d'indiquer soient exacts, il est indispensable que les boussoles servant aux observations soient très-bonnes, ce qui n'a lieu qu'autant que le centre du cadre coïncide parfaitement avec celui de l'aiguille, et de plus, que celle-ci n'a aucune résistance de frottement à vaincre. Cette dernière

condition n'est généralement remplie que lorsque l'ai-
guille est suspendue par un fil de coton.

Lignes aériennes. — Les formules (12) et (15) per-
tront d'obtenir, à un instant quelconque, la résist
d'un fil, et le coefficient des pertes qui ont lieu tant
l'air que par les appuis, ce qui donnera le moyen de j
si un mauvais travail par ce conducteur doit être attr
à un défaut de conductibilité ou à un défaut d'isolem
Il ne paraît pas possible de séparer les pertes qui ont
par l'air de celles qui se produisent par les support
par suite de juger d'une manière absolue du degré d'
lement de ceux-ci, mais on peut comparer rigoureusem
les bontés de deux systèmes d'isolateurs. Il suffit p
cela d'installer sur les mêmes poteaux deux fils de mê
diamètre, portés l'un par des supports de l'une des form
l'autre par des supports de l'autre forme, puis de dét
miner la valeur de b pour chaque conducteur. Si par
appuis il ne se produisait aucune dérivation à la ter
les deux valeurs obtenues pour b représentant le mê
coefficient de conductibilité de l'air seraient identique
mais comme ces supports occasionnent généralement d
pertes qui augmentent d'autant plus la valeur de ce co
ficient, qu'elles sont elles-mêmes plus grandes, il en résu
que des deux systèmes d'isolateurs, celui qui donne li
à moins de pertes correspond à la plus petite valeur de

Afin que le résultat ne soit pas influencé par des dér
vations accidentelles qui pourraient survenir sur l'un d
fils, il est nécessaire de prolonger ces expériences pendan
un temps suffisant, un mois environ, déterminer b
peu près chaque jour, et prendre pour résultat final
moyenne de toutes ces valeurs.

Souvent on veut connaître la résistance que chaqu
support apporte à l'écoulement de l'électricité dans le so

en admettant que les pertes par l'air sont assez petites pour pouvoir être négligées. La solution de cette question est une conséquence de la formule (13) ou de ses dérivées (14) et (15). En effet, la quantité totale d'électricité perdue le long du conducteur est représentée par bcl, et comme on suppose que les pertes n'ont lieu que par les appuis, il en résulte que si t est le nombre des supports, l'on perd par chacun d'eux la quantité $\frac{bcl}{t}$, qui a pour expression $\frac{\pi r^2 s \Sigma}{pt(\rho+R)}$, en remplaçant b par sa valeur tirée de (14). Le nombre déduit de cette expression est le rapport entre la quantité d'électricité qui s'écoule à la terre par chaque support et la quantité qui, toutes choses égales d'ailleurs, s'écoulerait, dans le même temps, par le fil pris pour type de conductibilité, et dont la section est égale à l'unité. L'inverse de ce nombre, c'est-à-dire $\frac{pt(\rho+R)}{\pi r^2 s \Sigma}$, représente, par conséquent, la résistance de chaque appui exprimée par rapport au même fil type. Si l'on veut avoir cette résistance en fonction de celle d'un fil de même nature et de rayon r, il faut prendre l'expression $\frac{pt(\rho+R)}{s\Sigma}$.

Ce n'est qu'exceptionnellement qu'on peut avoir à déterminer la résistance d'un isolateur, ou mieux, de comparer sa bonté à celle d'un autre isolateur de forme différente, mais il serait toujours utile de chercher, de temps à autre, les résistances des divers conducteurs et les pertes d'électricité qui ont lieu le long de ces fils, tant par l'air que par les appuis, et dont les valeurs de b donnent une idée assez approchée. Il y aurait lieu alors de faire à des époques périodiques les expériences indiquées précédemment, et d'inscrire sur un registre *ad hoc* les

déviations observées, dont chaque poste enverrait, u
deux fois par mois, un relevé à l'administration cen

Comme dernière application, on peut se propo
déterminer la grandeur des pertes par l'air dans u
donné. Il suffit pour cela de suspendre par ses deu
trémités seulement, au moyen d'un système parti
d'isolateurs parfaits, un fil de 500 à 1000 mètres de
et de calculer, en se servant des résultats d'observa
faites avec des instruments précis et délicats, la vale
b, qui est alors le coefficient réel de conductibilité de

Lignes sous-marines. — Dans ces lignes, le condu
est isolé de l'eau par une gaîne en gutta-percha, en ca
chouc ou en toute autre substance qui ne préserve
complétement des pertes, qui sont les mêmes géné
ment sur toute la longueur du fil, à cause de l'identit
cette gaîne d'un bout à l'autre du câble. On se trouve
en réalité, dans le cas de l'hypothèse qui a servi à l
blissement des formules (1) et (2), et par suite les proc
qui en ont été déduits peuvent servir utilement à l'ét
de ces lignes, sur lesquelles bien des choses restent
core à trouver.

Dans le cas où les câbles sont posés, l'application
moyens indiqués permet de déterminer les valeurs de (
et de *b* à des époques différentes, et par suite de suivre
variations qu'éprouvent avec le temps la résistance
conducteur et la conductibilité de la gaîne isolante. Lo
que ce conducteur est formé de plusieurs fils cylindriq
tordus ensemble, le coefficient *b* doit se calculer en fais
usage de la formule (14). Il faut, du reste, avoir so
comme dans le cas des lignes aériennes, de faire des o
servations aux deux extrémités du fil et de prendre
moyenne des résultats calculés.

Ces mêmes méthodes peuvent servir aussi à déterminer les résistances du conducteur et de la gaîne isolante, que l'on doit mesurer avant la pose, lorsqu'on procède aux essais de réception de ces câbles. La première de ces quantités peut être obtenue directement, si le câble n'est pas dans l'eau, mais s'il est complétement immergé dans un bassin, on peut la déterminer en cherchant la valeur de $\frac{l}{L}$; quant à la résistance de l'enveloppe, elle est, pour chaque unité de surface de fil, l'inverse de la conductibilité b pour cette même surface, par suite elle est exprimée par $\frac{plc(\rho+R)}{\pi r^2 s \Sigma}$ (en faisant usage de la formule (14)); et pour le conducteur entier, dont la surface est lc, la résistance de la gaîne est représentée par $\frac{p(\rho+R)}{\pi r^2 s \Sigma}$, en supposant que le fil type de la résistance ait sa section égale à l'unité de surface. Exprimée par rapport à la résistance d'un fil de même nature et de rayon r, cette résistance de la gaîne aura pour expression $\frac{p(\rho+R)}{s\Sigma}$. On sait que p et R représentent des longueurs de ce fil.

C'est un procédé à ajouter aux diverses méthodes d'essai qui ont été déjà exposées dans les *Annales* (t. V, p. 332).

Lignes souterraines.— Quand elles sont faites avec des conducteurs placés dans un massif isolant, en contact parfait avec le sol, comme le bitume, on peut faire sur ces lignes les mêmes expériences que sur les câbles sous-marins. Mais quand les conducteurs dont elles se composent sont placés dans des câbles et isolés entre eux et du sol par de la gutta-percha ou toute autre substance dont le contact avec la terre est très-imparfait, il n'y a guère lieu à déterminer que les variations que le temps peut apporter à la résistance de chaque fil.

Paris, le 1er février 1864. J. LAGARDE.

RECHERCHES

SUR

LA PROPAGATION DE L'ÉLECTRICI[T]

DANS LES CONDUCTEURS MÉDIOCRES

PAR M. J. GAUGAIN.

(Extrait des *Annales de chimie et de physique*, octobre 1861.)

Perturbations résultant de l'action de l'air ou de l'isolement impar[fait] des conducteurs.

Les lois très-simples que j'ai exposées dans mes pr[é]dents mémoires[1] ont été établies dans la supposition [que] les conducteurs sont parfaitement isolés, et que l'act[ion] de l'air peut être considérée comme nulle. Ces conditi[ons] ne se trouvant pas habituellement réalisées dans l'ins[tal]lation des lignes télégraphiques, il m'a paru utile d'é[tu]dier les perturbations qui peuvent résulter soit de l'act[ion] de l'air, soit de l'isolement imparfait des conducteurs. [En] conséquence, j'ai soumis à un certain nombre de vér[ifi]cations les formules théoriques qui se rapportent aux [cas] où l'on doit tenir compte de ces causes perturbatrices.

Je ferai remarquer d'abord qu'elles peuvent être tou[tes] deux représenées par les mêmes formules, leur mo[de] d'action étant absolument le même. Il est clair, en eff[et], que, pour étudier l'influence des dérivations qui s'établ[issent]

[1] Voir un extrait de ces mémoires dans les *Annales télégraphiqu[es]*, t. IV, p. 113 et suiv.

sent le long des poteaux d'une ligne télégraphique, il faut supposer que ces poteaux présentent des résistances égales. Or, cette hypothèse admise, on peut imaginer que l'intervalle qui sépare deux poteaux consécutifs se trouve rempli par une série continue de poteaux de même résistance qui soutirent à eux tous la moitié de l'électricité qu'enlèvent réellement les deux poteaux de la ligne. Avec cette disposition, il est évident que la perte de l'électricité correspondant à l'élément de longueur est proportionnelle à la tension de l'élément considéré ; par conséquent, l'équation différentielle qui représente le mouvement de l'électricité, en tenant compte de l'action de l'air (Ohm, trad., p. 90),

$$\gamma \frac{du}{dt} = k \frac{d^2u}{dx^2} - \frac{bc}{\omega} u,$$

est parfaitement applicable à ce cas. Il suffit de changer le coefficient de *u*.

État permanent des tensions.

J'ai recherché d'abord si la distribution des tensions dans l'état permanent est telle que la théorie l'indique, quand l'action de l'air n'est pas négligeable.

La tension d'un point quelconque du circuit est exprimée, en général, par la formule (Ohm, trad., p. 119)

$$u = \frac{\frac{1}{2} a (e^{\beta x} - e^{-\beta x})}{e^{\beta l} - e^{-\beta l}} + \frac{\frac{1}{2} b (e^{\beta x} + e^{-\beta x})}{e^{\beta l} + e^{-\beta l}},$$

dans laquelle :

a représente la force électro-motrice ;

b la somme algébrique des deux tensions correspondant au point d'excitation ;

l la moitié de la longueur totale du circuit ;

e la base des logarithmes hyperboliques ;

β un coefficient qui dépend de l'état de l'atmosphère de la conductibilité et de la section du conducteur

u la tension de la tranche correspondant à l'abscisse x

L'origine des coordonnées est placée au milieu du circuit qui est supposé fermé ; elle est par conséquent à l distance l du point d'excitation.

Quand on suppose le circuit complétement abandonn à lui-même, qu'aucun de ses points n'est mis en communication avec un réservoir qui puisse lui apporter ou lu enlever de l'électricité, on a toujours $b=o$, et l'équatio ci-dessus se réduit à

$$u=\frac{\frac{1}{2}a\,(e^{\beta x}-e^{-\beta x})}{e^{\beta l}-e^{-\beta l}}.$$

Cette dernière formule ne cesse pas d'être applicabl quand l'origine des coordonnées est mise en communica tion avec la terre ; car, dans le cas d'un circuit abandonn à lui-même, la tension de l'origine est nulle, et par cor séquent on ne modifie pas cette tension par l'établisse ment d'une communication avec le sol.

Enfin, il est clair que l'on peut encore supprimer l moitié du circuit, celle, par exemple, qui va de l'origin au côté négatif de la tranche où gît l'excitation, sans rie changer à l'état des tensions qui se trouve établi dan l'autre moitié, pourvu que la tranche où la force électro motrice prenait naissance soit maintenue d'une manièr quelconque à la tension $+\frac{1}{2}a$. On peut donc dire que l formule

$$u=a\frac{e^{\beta x}-e^{-\beta x}}{e^{\beta l}-e^{-\beta l}}$$

représente la tension du point dont l'abscisse est x, pou

le cas d'un conducteur homogène dont les deux extrémités sont maintenues, l'une à la tension a, l'autre à la tension zéro, l'origine des coordonnées restant toujours placée au point dont la tension est nulle.

D'après cela, la tension du point milieu correspondant à l'abscisse $x=\frac{l}{2}$ est

$$u=a\frac{e^{\frac{\beta l}{2}}-e^{-\frac{\beta l}{2}}}{e^{\beta l}-e^{-\beta l}},$$

ou, en considérant que l'on a

$$e^{\beta l}-e^{-\beta l}=\left(e^{\frac{\beta l}{2}}-e^{-\frac{l\beta}{2}}\right)\left(e^{\frac{\beta l}{2}}+e^{-\frac{\beta l}{2}}\right),$$

(1)
$$u=\frac{a}{e^{\frac{\beta l}{2}}+e^{-\frac{\beta l}{2}}}.$$

C'est cette dernière formule que j'ai entrepris de vérifier expérimentalement.

Pour cela, il suffit de prendre deux conducteurs de même nature, de même section et de longueurs différentes, de les mettre successivement en communication par l'une de leurs extrémités avec le sol, par l'autre avec une source constante, et de déterminer la tension limite correspondant au point milieu de chacun d'eux. L'une des tensions limites ainsi obtenues peut servir à calculer le coefficient β, l'autre fournit une vérification de la formule. J'ai opéré de cette manière sur deux cordonnets de soie bien homogène, dont les longueurs étaient 4 et 8 mètres. Dans les conditions atmosphériques où mes expériences ont été exécutées, la conductibilité de ces cordonnets était tellement imparfaite, qu'il fallait plus d'une demi-heure pour que la tension, correspondant au point milieu du fil de 8 mètres, cessât de croître d'une manière appréciable, et la distribution des tensions dans l'état

permanent se trouvait considérablement modifiée pa l'action de l'air. La tension de la source étant représenté par 52, j'ai trouvé que les tensions des points milieu étaient 18,7 pour le fil de 4 mètres et 9 pour le fil d 8 mètres. Si l'influence de l'air eût été nulle, la tensio du point milieu eût été représentée par 26 pour l'u comme pour l'autre fil.

Comme dans la plupart de mes recherches antérieures j'ai pris pour source d'électricité un électroscope à cadra dont la charge était maintenue constante de la manièr que j'ai indiquée.

On peut reconnaître, au moyen d'un calcul très-simple que les nombres obtenus s'accordent avec la formule (1), citée plus haut. En effet, si l'on pose $e^{\frac{\beta l}{2}}=y$, on dédui de cette formule l'équation du second degré

$$y+\frac{1}{y}=\frac{a}{u},$$

ou

$$y=\frac{a}{2u}\pm\sqrt{\frac{a^2}{4n^2}-1}.$$

Quand on fait $a=52$, et $u=18,7$, les racines de cett équation ont pour valeurs numériques 2,355 et 0,425 La première de ces valeurs est seule admissible ; la second correspondrait à une valeur négative de β, et il est clai que ce coefficient doit toujours rester positif, l'action d l'air ne pouvant avoir pour effet d'augmenter la tensio du circuit.

Maintenant, si nous prenons pour unité de longueur l longueur (4 mètres) du plus court des fils de l'expérience nous aurons, d'après ce qui précède, $e^{\frac{\beta}{2}}=2,355$, et pa conséquent $e^{\beta}=5,546$, $e^{-\beta}=0,180$. La tension correspon

dant au point milieu du conducteur de 8 mètres doit donc avoir pour valeur

$$u = \frac{a}{e^{p} + e^{-p}} = \frac{52}{5,726} = 9,08.$$

L'observation ayant donné 9, l'accord est aussi parfait que possible, eu égard à l'imperfection des procédés d'expérience.

Les nombres (9, 18,7, 52) que j'ai indiqués plus haut comme donnant la mesure des tensions, ont été fournis par l'électroscope à feuille d'or; mais ils n'expriment pas purement et simplement la divergence des feuilles d'or : ils représentent cette divergence corrigée. Quand l'écartement des feuilles d'or est petit, que la distance entre les extrémités libres de ces feuilles n'excède pas 10 à 12 millimètres, on peut admettre, sans erreur notable, que cette distance est proportionnelle à la tension. Mais quand il s'agit de plus grandes divergences, il devient nécessaire de graduer l'instrument. Pour cela, j'ai eu recours à une méthode connue ; j'ai formé la table de correction qui suit : les chiffres de la première ligne représentent les divergences observées, ceux de la seconde indiquent les divergences que l'on obtiendrait si l'écart des feuilles d'or (mesuré, comme je l'ai dit, à leur extrémité inférieure) restait proportionnel à la tension : ils peuvent être considérés, par conséquent, comme représentant des unités de tension.

14	18	20	21	22	23	24	25
14,5	18,7	21	22	23,5	25	26	27

Dans l'expérience que je viens de citer, l'écartement observé des feuilles d'or a été 9 millimètres pour le point milieu du fil de 8 mètres, et 18 millimètres pour le point milieu du fil de 4 mètres. Je n'ai pas mesuré directement

la tension de la source, pour n'avoir pas à comparer des tensions très-différentes entre elles, j'ai mesuré la moitié de cette tension. Pour cela, j'ai établi une communication entre la source et la terre, au moyen d'un fil de coton qui était assez bon conducteur pour que l'action de l'air fût négligeable, et j'ai déterminé la tension du point milieu de ce fil. J'ai obtenu ainsi un écartement de 24 millimètres, correspondant, d'après la table ci-dessus, à la tension 26, et j'ai conclu que la tension de la source devait être représentée par 52.

Pour que la tension correspondante au point milieu du fil de coton dont je viens de parler représente exactement la moitié de la tension de la source, il faut non-seulement que l'action de l'air puisse être négligée, mais il faut encore que le fil soit homogène. Cette dernière condition n'étant pas toujours très-facile à remplir dans la pratique, on peut y suppléer en *retournant* le fil et en faisant deux observations. J'entends, par *retourner* le fil, mettre en communication avec la terre l'extrémité qui d'abord communiquait avec la source, et réciproquement. La moyenne des tensions que l'on obtient ainsi au point milieu peut être considérée comme représentant, à fort peu près, la moitié de la tension de la source; elle la représente même rigoureusement quand on suppose que les deux moitiés du fil sont homogènes chacune de leur côté, bien que différentes l'une de l'autre. En effet, si nous appelons l et l' les longueurs réduites de chacune de ces moitiés et a la tension de la source, la tension du point milieu sera pour l'une des positions du fil $\frac{al'}{l+l'}$ et pour l'autre position $\frac{al}{l+l'}$.

La moyenne de ces deux tensions sera, par conséquent, $\frac{a}{2}$.

Plusieurs séries d'expériences exécutées sur des con-

ducteurs différents, mais suivant le même plan, m'ont donné des résultats analogues ; je crois donc que l'on doit regarder comme vérifiée la loi théorique qui règle la distribution des tensions dans l'état permanent, quand on prend en considération l'action de l'air environnant.

Comme il ne saurait exister de doute sur la relation qui lie le flux à la distribution des tensions, dans le cas au moins des conducteurs médiocres qui sont l'objet de mes recherches, on doit regarder comme également vérifiée la loi qui régit l'intensité du courant dans le cas de ces mêmes conducteurs. Mais comme il n'est pas rigoureusement démontré que les choses se passent absolument de la même manière dans les conducteurs métalliques que dans les conducteurs imparfaits, il serait intéressant de rechercher si la formule qui donne l'intensité du courant, lorsque le circuit est soumis à l'action perturbatrice de l'air, se trouve vérifiée dans le cas d'un conducteur métallique, et cette vérification n'offre, en principe du moins, aucune difficulté. La tension étant déterminée par la relation

$$u = a\frac{e^{\beta x} - e^{-\beta x}}{e^{\beta l} - e^{-\beta l}},$$

si nous désignons par k la conductibilité, par ω la section du conducteur, et par s l'intensité du courant, cette intensité sera exprimée par la formule

$$s = k\omega\frac{du}{dx} = k\omega a\beta\frac{e^{\beta x} + e^{-\beta x}}{e^{\beta l} - e^{-\beta l}}.$$

D'après cela, si l'on détermine expérimentalement les valeurs s_0 et s_1 de l'intensité, qui correspondent aux points du même circuit, dont les abscisses sont x_0 et x_1, les quantités s_0 et x_0, d'une part, s_1 et x_1 de l'autre, devront satisfaire à la formule, et fourniront deux équations distinctes

qui pourront servir, l'une à calculer le coefficient β, l'autre à vérifier la théorie.

Malheureusement la méthode de vérification que je viens d'indiquer ne peut guère être mise en pratique que sur les circuits télégraphiques, et il est sans doute assez rare que ces circuits se trouvent dans les conditions que la théorie suppose. Les formules reposent sur cette hypothèse que l'action perturbatrice de l'air et des dérivations est uniforme dans toute l'étendue du conducteur, et je ne sais si cette uniformité se rencontre jamais sur les lignes télégraphiques.

État variable des tensions.

Il serait fort difficile de reconnaître par expérience si les perturbations qui résultent dans l'*état variable* de l'action de l'air ou d'un système uniforme de dérivations sont exactement représentées en grandeur par l'équation générale relative à l'état variable (Ohm, p. 124); je me suis borné à rechercher si ces perturbations se produisent dans le sens que la théorie indique. Les recherches étendues que M. Guillemin a récemment exécutées sur la propagation de l'électricité dans les conducteurs métalliques l'ayant conduit à des résultats qui sont en opposition, du moins apparente, avec la théorie, il m'a paru utile de rechercher si l'on rencontrerait le même désaccord en opérant sur des conducteurs imparfaits.

Pour comprendre ce qui va suivre, il est nécessaire de se rappeler la distinction que j'ai précédemment établie entre la *durée de propagation absolue* et la *durée de propagation relative*. Quand on fait abstraction de l'influence de l'air, les mêmes lois s'appliquent, à une seule exception près, à ces deux durées de propagation. Mais,

comme nous allons le voir, les perturbations qui résultent de l'action de l'air ne sont pas de même signe pour l'une et pour l'autre.

La plus simple de toutes les questions qu'on puisse poser relativement à l'action de l'air ou d'un système uniforme de dérivation est celle-ci : La durée de propagation est-elle augmentée ou diminuée par ces causes perturbatrices, quand on suppose le conducteur invariable, ainsi que la tension de la source ? La réponse n'est pas douteuse, quand il s'agit de la durée de propagation absolue ; il est bien évident qu'elle est augmentée par les causes perturbatrices dont nous nous occupons. Mais il est plus difficile d'apercevoir dans quel sens les mêmes causes modifient la durée de propagation relative ; car, si d'une part elles diminuent la tension qu'acquiert un point déterminé en un temps donné, elles diminuent aussi la tension limite du même point, et pour découvrir quel est, en définitive, le sens de la perturbation, il est indispensable de recourir au calcul. En donnant des valeurs particulières aux coefficients de la formule générale d'Ohm (p. 124), j'ai trouvé que la durée de propagation relative est diminuée par l'influence de l'air et des dérivations.

J'ai vérifié ce fait expérimentalement pour le cas d'un système de dérivations égales et équidistantes. Pour cela, j'ai pris un fil de coton, je l'ai mis en rapport, d'une part, avec le sol, de l'autre, avec une source constante, et j'ai déterminé d'abord le temps nécessaire pour que le point milieu acquît une fraction déterminée m de la tension limite appartenant au même point. Cela fait, j'ai établi sur le fil de coton un système de dérivations égales et équidistantes, et j'ai déterminé de nouveau le temps nécessaire pour que le point milieu acquît la même fraction m de la nouvelle tension limite appartenant à ce point. Cette

dernière durée de propagation a toujours été plus cou et quelquefois beaucoup plus courte que la première, formément aux indications de la théorie.

Ainsi, dans une expérience où j'employais, con source d'électricité, une pile de 630 éléments, j'ai tro qu'il fallait 18 secondes pour obtenir, au point milieu fil de coton, une certaine fraction de la tension lim quand le fil de coton ne subissait pas de dérivations l'on obtenait en 7 secondes la même fraction de la ten limite, quand on établissait trois dérivations symétriq au moyen de trois cordonnets de soie de même longu et de même conductibilité.

Pour déterminer les durées de propagation relati dont je viens de parler, je procède de la manière suivan le fil de coton qui doit servir de conducteur étant en r port par ses extrémités avec la source et la terre, je f communiquer son point milieu avec un petit électrosc à cadran, et je fixe d'abord, au moyen d'un fil de repè la position qu'occupe la feuille d'or visée, quand l'é permanent est établi. Cela fait, je mets de côté le fil coton, et, par un moyen quelconque, je charge le pe électroscope de manière à ramener la feuille d'or vis devant le fil de repère; puis je touche l'électroscope av un disque ou une lame isolée, et je marque, par un seco fil de repère, la nouvelle position que la feuille d'or pre après le contact du disque ou de la lame. L'électrosco se trouve ainsi gradué. Il est clair, en effet, que si le co tact du petit conducteur isolé enlève une fraction $\frac{1}{n}$ de charge primitive, la quantité d'électricité qui reste apr ce contact représente une fraction déterminée $\frac{n-1}{n}$ d cette même charge primitive. Il ne reste donc plus, pou achever l'expérience, qu'à remettre en place le fil de coton

L'une des extrémités étant en communication avec la terre, l'autre extrémité étant fixée à une petite tige isolée, et le point milieu étant en rapport avec l'électroscope gradué, on fait communiquer la source avec la petite tige isolée, et l'on compte le temps qui s'écoule depuis le moment où cette dernière communication est établie, jusqu'au moment où la feuille d'or de l'électroscope vient affleurer le second des fils de repère dont j'ai parlé. On comprend qu'après avoir gradué l'électroscope pour obtenir la durée de propagation relative qui correspond au fil sans dérivations, il faut la graduer de nouveau quand on veut obtenir la durée de propagation correspondant au fil qui porte des dérivations, puisque la tension limite n'est pas la même dans les deux cas.

La grandeur du conducteur isolé dont on se sert pour graduer l'électroscope est tout à fait arbitraire ; seulement, il faut s'arranger pour que la tension indiquée par le second fil de repère ne soit pas trop voisine de la tension limite, parce que dans le voisinage de cette limite, la variation de la tension est tellement lente, qu'il devient impossible de fixer avec précision l'instant où cette tension acquiert une valeur déterminée. Il n'est pas besoin de dire que le même conducteur isolé doit servir pour les deux graduations que l'on a à effectuer successivement.

Je n'ai pas fait d'expériences dans le but spécial d'étudier l'influence de l'air sur la durée de propagation relative ; mais j'ai eu plus d'une fois occasion de constater incidemment que cette durée augmente quand l'air devient plus humide. Ainsi j'ai trouvé qu'à une certaine heure de la journée la durée de propagation relative était pour un certain fil de 11 minutes, et que, plus tard, l'air étant devenu plus humide, cette durée s'élevait à 17 minutes ; les tensions limites du point milieu étaient représentées par

12 dans le premier cas et par 16 dans le second. Au premier coup d'œil, ce résultat paraît être en opposition ave la théorie ; mais il faut faire attention que les conducteur sur lesquels j'opère (fil de coton ou de soie) doivent leu conductibilité à l'humidité qu'ils enlèvent à l'air. Il résult de là que les variations de l'état hygrométrique produisen deux effets opposés : quand l'air devient plus humide son action sur le conducteur devient plus grande, mai en même temps la conductibilité se trouve aussi augmentée, et il serait difficile, *à priori*, de prévoir quel doit êtr le résultat de cette double modification. Mais l'expérienc prouvant que, pour les fils dont je me sers, la tensio limite du point milieu augmente quand l'humidité devien plus grande, il suit de là que le coefficient β diminue, e par suite, que la durée de propagation relative doit augmenter, puisque, d'après la formule générale, cette duré varie en sens inverse du coefficient β. Le résultat de l'observation est donc conforme aux indications de la théori

J'ai recherché aussi dans quel sens la loi des carrés s trouve modifiée par l'action de l'air ou d'un système un forme de dérivation. Cette question, comme la précédent est sans difficulté quand il s'agit de la durée de propagation absolue. On peut, à l'aide de raisonnements trè simples, reconnaître que la durée de propagation croît pl vite que le carré de la longueur, quand le conducteur e soumis à l'action perturbatrice de l'air ou d'un systèm uniforme de dérivations. Mais, lorsqu'il s'agit de la duré de propagation relative, il est indispensable de recourir la formule citée plus haut (Ohm, p. 124) pour reconnaîtr dans quel sens la loi se trouve altérée. On trouve ain que, sous l'influence des causes perturbatrices dont no nous occupons, la durée de propagation relative cr moins vite que le carré de la longueur.

J'ai vérifié d'abord l'exactitude de cette conséquence sur des cordonnets de soie qui étaient parfaitement isolés, mais qui, en raison de leur très-faible conductibilité, éprouvaient sous l'influence de l'air une déperdition relativement considérable. Pour cela, j'ai pris deux fils de 4 mètres, et j'ai déterminé d'abord la *durée de propagation relative* correspondant à chacun d'eux, en procédant de la manière indiquée plus haut ; puis j'ai réuni ces fils, bout à bout, de manière à former un conducteur de 8 mètres, et j'ai déterminé la durée de propagation relative correspondant à ce conducteur. J'ai trouvé ainsi que la durée de propagation relative moyenne était pour les fils de longueur simple, $4^m\ 51^s$, et pour le fil de longueur double, $12^m\ 26^s$. Cette dernière durée est à peu près triple de la première, tandis qu'elle eût été quadruple si l'action de l'air eût été négligeable. Je me suis servi, pour constater la tension des points milieux, de deux électroscopes dont les capacités étaient entre elles comme 1 est à 2. J'ai employé l'électroscope simple pour le conducteur de longueur simple, l'électroscope double pour le conducteur de longueur double.

Dans une autre expérience, j'ai opéré sur deux fils de coton de 1 mètre de longueur environ, qui conduisaient assez bien pour que l'action de l'air eût pu être négligée si l'isolement eût été parfait, mais qui portaient chacun trois dérivations symétriquement distribuées, établies au moyen de cordonnets de soie. J'ai déterminé d'abord la *durée de propagation relative* propre à chacun de ces fils ; puis je les ai réunis de manière à obtenir un conducteur de 2 mètres avec six dérivations, et j'ai déterminé la *durée de propagation relative* appartenant à ce conducteur. Les valeurs moyennes de ces durées ont été, pour le conducteur de longueur simple, 8 secondes ; pour celui de

longueur double, 23 secondes. Ces deux nombres son peu près dans le rapport de 1 à 3; ils eussent été dans rapport de 1 à 4 si les dérivations n'eussent pas existé.

En résumé, on voit que tous les résultats que j'ai tenus sont conformes à la théorie, et, bien que mes rifications ne soient pas complètes en ce qui concer l'état variable, on ne peut guère douter que les form les qui tiennent compte de l'influence de l'air ne soi aussi parfaitement exactes que celles qui supposent ce influence négligeable. Mais cette conclusion, il f bien le remarquer, n'est légitimement établie qu'aut qu'il s'agit des conducteurs imparfaits sur lesquels j opéré. Quoiqu'il soit impossible d'établir une ligne de marcation entre les bons et les mauvais conducteurs, n'est pas complétement évident que la propagation s' fectue dans un fil de métal absolument de la même m nière que dans un fil de coton, et les expériences récen de M. Guillemin, dont j'ai déjà parlé, sembleraient mêr prouver que les courants transmis dans les circuits té graphiques ne suivent pas les lois indiquées par la théor Mais M. Guillemin lui-même ne considère nullement point comme définitivement établi. Les résultats auxqu il est arrivé mettent bien en évidence ce fait général, q l'état permanent est précédé d'un état variable dont phases successives correspondent vaguement aux l théoriques, mais ils ne peuvent fournir une vérificati rigoureuse de ces lois; ils sont insuffisants pour plusieu raisons que M. Guillemin a signalées, et je crois qu'ils sont pour d'autres raisons encore que je vais rapideme indiquer.

M. Guillemin paraît considérer la *durée de l'état vari ble* comme une quantité déterminée dont la valeur est i dépendante des instruments employés, et croit que cet

constance de la *durée de l'état variable* peut se concilier avec la théorie d'Ohm, en prenant en considération l'influence perturbatrice de l'air et des dérivations qui résultent de l'isolement imparfait. «Ce fait (dit-il, p. 37 de son mémoire, en parlant de la constance de la durée de l'état variable) peut se représenter graphiquement par la courbe *ors*, qui atteint en *r* la droite *qs* parallèle à l'axe *ot*, sans s'approcher d'elle par une marche asymptotique, comme la courbe *omm'* s'approche de *pn'*.» D'après ce passage, M. Guillemin paraît supposer que la courbe *ors*, qui représente l'intensité dans le cas où l'action de l'air n'est pas négligeable, se brise en *r* pour se transformer brusquement en une droite parallèle à l'axe des *t*. Telle n'est pas la signification de la formule d'Ohm. La courbe qui représente les intensités dans le cas où l'on doit tenir compte de l'action de l'air est absolument de même forme que celle qui se rapporte au cas où l'action de l'air est négligeable. Dans le premier cas, il est vrai, la courbe se rapproche plus rapidement de son asymptote que dans le second. Mais les deux courbes ont, l'une comme l'autre, une asymptote parallèle à l'axe des *t*, et s'il était réellement démontré que l'état permanent s'établît, non pas à peu près, mais rigoureusement, au bout de quelques millièmes de seconde, je crois qu'il ne faudrait pas chercher une autre preuve de l'inexactitude de la théorie d'Ohm. Mais ce fait ne me paraît pas établi d'une manière incontestable. Il est fort étrange assurément que la durée de l'état variable ne change pas avec la sensibilité du galvanomètre, et je ne suis pas en mesure d'expliquer ce résultat. Mais on pourrait dire cependant qu'il n'est pas démontré que l'imperfection des appareils employés résulte exclusivement du défaut de sensibilité du galvanomètre.

Maintenant, si l'on admet que la *durée de l'état vari- ble* dépend du degré de perfection des instruments do on se sert, je ne crois pas qu'on puisse la définir autr ment qu'en disant que c'est *le temps nécessaire pour o tenir une intensité qui diffère de l'intensité maxima d'u quantité plus petite qu'une quantité donnée.* Or il e clair que la *durée de l'état variable*, ainsi définie, n'e plus soumise aux lois simples qui régissent la *durée propagation relative;* je dirai même qu'elle ne saura être soumise à aucune loi précise.

Quand on se sert du galvanomètre pour mesurer l'i tensité du courant, les fractions de degré qu'on négli peuvent être sans importance quand on se propose d'o tenir la valeur du courant limite; mais quelque petit que soient ces fractions, elles ont une importance énorm quand il s'agit de déterminer la durée de l'état variabl Supposons, par exemple, que le courant limite donne u déviation de 20 degrés, on ne commettra qu'une erre insignifiante en lui attribuant la valeur (20 degrés moi 1 seconde), ou même la valeur (20 degrés moins 1 mi nute). Mais tandis qu'il faut un temps infini pour obten rigoureusement la déviation 20 degrés, il faudra peut-êt une heure pour arriver à la déviation (20 degrés moi 1 seconde), et quelques instants seulement pour obten la déviation (20 degrés moins 1 minute), de sorte que, su vant le degré d'approximation que l'on aura fixé, la *dur de l'état variable* sera quelques secondes, une heure ou u temps infini. Je crois, en résumé, qu'il faut renoncer mesurer la *durée de l'état variable* et s'en tenir à déte miner les *durées de propagation absolues ou relatives.*

Bien que les expériences de M. Guillemin aient e pour but principal de déterminer la durée de l'état vari ble, cependant il a aussi mesuré les intensités successive

du courant, et les nombres qu'il a publiés fournissent les éléments d'une vérification qui a été exécutée par un savant étranger, M. Filippo Keller (*Annali di matematica pura ed applicata ;* Roma, n° 5, settembre e ottobre 1859).

La formule d'Ohm (p. 124) établit une relation entre le temps écoulé t et la tension u qui correspond, au bout de ce temps, au point dont l'abscisse est x. De cette formule on déduit par une simple différentiation la relation qui lie le temps écoulé t à l'intensité s du courant. Or, si l'on détermine expérimentalement la valeur de s qui correspond à une valeur donnée de t, et que l'on introduise dans la formule les valeurs correspondantes de s et de t, on aura une équation qui pourra servir à calculer le coefficient de conductibilité k ; et, si l'on répète le même calcul pour différents systèmes de valeurs de s et de t, il est clair qu'on devra toujours retomber sur la même valeur de k, en admettant que la loi mathématique représente exactement les faits. Or M. Filippo Keller a exécuté la vérification que je viens d'indiquer en se servant des données recueillies par MM. Guillemin et Burnouf dans leurs expériences de Nancy (mémoire de M. Guillemin, p. 26), et voici les résultats qu'il a obtenus : les nombres de la première ligne représentent le temps écoulé t en dix-millièmes de seconde, ceux de la deuxième ligne l'intensité s du courant, et ceux de la troisième la valeur calculée du coefficient k.

t — 19	30	55	70	90	120	150	170	190	220
s — 0,5	3,5	10	16,5	17	18	18,5	18,5	18,5	19
k 24	26,5	25,7	36,7	30,8	27,7	24,2	21,4	21,2	20,7

Les nombres de la dernière ligne sont loin d'être identiques, comme on le voit. Les valeurs extrêmes 20,7 et 36,7 diffèrent presque dans le rapport du simple au

double. Mais il est possible que les différences cons
soient dues à l'influence de l'air et des dérivations. M
Hippo Keller ayant fait usage de la formule qui sup
cette influence négligeable.

Pour reconnaître si la théorie est réellement en dé
de nouvelles observations me paraissent indispensa
S'il est bien constaté que, même sur les lignes les m
établies et dans les conditions les plus favorables, la dé
dition d'électricité est toujours notable, il est clair
faut se résigner à faire usage des formules compliq
qui tiennent compte de l'action perturbatrice de l'
mais, avant tout, il est nécessaire de s'assurer si ces
mules sont elles-mêmes applicables. Comme je l'ai fait
marquer déjà, elles supposent que l'action perturbat
est uniforme dans toute l'étendue du circuit. Si cette
formité n'est jamais réalisable, il faut renoncer définit
ment, ce me semble, à se servir des lignes télégraphiq
pour l'étude des lois de la propagation. S'il existe,
contraire, des circonstances où l'action perturbatrice p
être considérée comme uniforme, il faut choisir ces
constances pour opérer et déterminer expérimentalem
la valeur du coefficient β, en même temps que la série
valeurs de s correspondant aux valeurs successives de

D'après ce qui précède, on voit qu'il est très-diffici
sinon impossible, de vérifier les lois de la propagation s
les lignes télégraphiques. Cette vérification comporte en
core une autre espèce de difficulté dont on ne paraît p
s'être rendu un compte bien exact. Cette difficulté résul
de la nature des sources électriques que l'on emploie. L
formule d'Ohm (p. 124) a été établie pour un cas tout
fait imaginaire; elle suppose : 1° que le circuit est ferm
et homogène dans toute son étendue ; 2° qu'il n'y a qu'un
seule force électro-motrice mise en jeu, et qu'elle pren

naissance dans l'épaisseur d'une tranche infiniment mince; 3° que le circuit est complétement abandonné à lui-même, et que, par conséquent, le point dont la tension reste nulle est séparé du point d'excitation par une distance égale à la moitié de la longueur totale du circuit. Les considérations que j'ai exposées plus haut font voir, à la vérité, que la formule dont il s'agit peut être aussi appliquée au cas d'un conducteur homogène dont les extrémités sont maintenues, l'une à la tension a et l'autre à la tension zéro. Mais il faut remarquer que quand on l'applique de cette façon, on change la signification du coefficient a, on admet implicitement que ce coefficient représente, non plus la force électro-motrice (quantité indépendante de la grandeur du circuit), mais bien la tension effective que conserve l'extrémité du conducteur. On suppose donc que cette tension effective reste constante pendant toute la durée de l'état variable. Or cette condition, que j'ai facilement réalisée dans mes recherches sur les conducteurs médiocres, ne doit pas se trouver remplie dans les expériences que l'on fait sur les lignes télégraphiques; je crois, en conséquence, que la formule d'Ohm (p. 124) n'est pas applicable à ces expériences. Pour obtenir la formule qui convient au cas d'un circuit dans lequel on interpose une pile formée d'un nombre donné d'éléments, il me paraît nécessaire de reprendre l'intégrale générale (Ohm, p. 122) et de déterminer la fonction arbitraire d'après les conditions particulières propres au circuit que l'on veut envisager. Je suis persuadé qu'en faisant ce calcul, on arriverait à faire voir que la tension effective du pôle, mis en communication avec la ligne, prend des valeurs très-diverses pendant la durée de l'état variable. Au moment précis où le contact s'établit, cette tension doit être sensiblement nulle, et dans l'état

permanent il est aisé de voir qu'elle acquiert une va
peu différente de celle qui appartient au pôle isolé, qu
on suppose que la résistance de la pile n'est qu'une p
fraction de la résistance totale du circuit.

Enfin, je rappellerai que la théorie d'Ohm a été éta
avant la découverte de l'induction électro-dynamique
qu'elle ne prend pas en considération l'extra-courant
résulte de là que les lois de l'état variable ne peuvent
appliquées avec certitude qu'autant qu'il est permis
considérer l'extra-courant comme nul[1].

[1] Le mémoire de M. Gaugain, dont nous avons extrait ce qui cède, contient en outre l'exposé d'expériences entreprises dans le de mettre en évidence la propriété fondamentale de la force élec motrice. La question s'écarte un peu du cadre tracé par la spéci de notre recueil; mais nous recommandons ce travail à ceux qui téressent aux causes premières et aux recherches métaphysiques. conclusions de l'auteur sont que la théorie de Volta est encore jourd'hui la plus satisfaisante de toutes celles qui ont été mise avant. « Les uns croient, dit-il, que dans les circuits fermés la c binaison chimique s'effectue d'abord et donne naissance ensuit mouvement électrique appelé courant. Les autres pensent, au c traire, que la force électro-motrice et l'affinité chimique ne qu'une seule et même chose, que le courant précède la combina et que celle-ci est l'effet, au lieu d'être la cause... La seconde thé me paraît mériter la préférence. » *(Note de la Rédacti*

NOTE

SUR

UNE NOUVELLE MÉTHODE DE MESURE

DES

RÉSISTANCES DES COUPLES VOLTAÏQUES

La méthode la plus généralement employée pour la mesure de la résistance des couples voltaïques est celle d'Ohm, qui consiste à mesurer l'intensité du couple avec deux résistances connues r, r' introduites successivement dans le circuit et à déduire la valeur de la résistance cherchée au moyen de la formule $\frac{I'r'-Ir}{I-I'}$.

Cette méthode très-simple a toutefois un inconvénient qui a souvent embarrassé les physiciens qui l'ont employée, à cause des variations énormes que peut subir cette valeur dans deux expériences successives, soit par suite des erreurs d'observation, soit par suite des effets de la polarisation du couple. Ces erreurs viennent de ce qu'en employant des résistances r, r' très-considérables, telles que celles qui sont nécessaires pour éviter les inconvénients de la polarisation et pour placer l'expérience dans les conditions ordinaires de l'application, la résistance du couple se trouve presque effacée. Dès lors, il faut une exactitude d'observations des plus rigoureuses pour arriver à obtenir des chiffres un peu concordants. Il nous suffira, pour donner une idée de la délicatesse de ce genre d'expériences, de dire qu'une différence d'observation de

deux ou trois minutes avec une boussole des sinus ga
nométrique de 50 tours et des résistances r et r' d
et 15 kilomètres de fil télégraphique de 4 millimè
peut donner lieu à une erreur en plus ou en moins
près d'une centaine de mètres. J'ai cherché à faire dis
raître cet inconvénient en prenant une méthode telle c
tout en conservant les résistances considérables dont
parlé, je pusse amplifier suffisamment les effets dus à l
tervention de la résistance du couple pour que celle-ci
en être déduite facilement. J'ai eu pour cela recours a
dérivations dont l'effet, comme on le sait, est de frap
principalement la résistance des couples. En effet, dans
formule des courants dérivés $\frac{Ea}{R(a+b)+ab}$, la somme
résistances des dérivations a et b figure comme multip
cateur de la résistance R du couple, et, en amplifiant co
sidérablement l'effet produit par l'intervention de ce
quantité, elle en rend la détermination beaucoup pl
facile et plus exacte. En un mot, avec la méthode dont
parle, on remonte à la cause en partant d'un grand effe
tandis qu'avec la méthode ordinaire cette cause ne se r
vèle que par des différences de résistance, lesquelles
trouvent entachées de toutes les erreurs d'observation
de tous les caprices des instruments mesureurs. Voi
maintenant comment j'opère :

Je commence à déterminer, au moyen d'une bousso
des sinus, l'intensité I de la source électrique dont je veu
mesurer la résistance, en introduisant dans le circuit un
résistance r de 12 ou 15 kilomètres de fil télégraphique d
4 millimètres. Je dérive ensuite le courant en réunissan
les deux pôles de la pile par un fil de résistance connue
que je garde comme résistance type, et qui doit être d'au
tant plus résistant que la pile est plus résistante (2 ou 3 ki

lomètres environ). Enfin, je déroule de dessus le rhéostat une quantité de fil suffisante pour que l'intensité du courant à travers cet instrument reste la même, ou en d'autres termes pour que la boussole des sinus donne la même indication que, quand le circuit étant simple, la résistance du rhéostat était r. Calculant alors la résistance a du rhéostat après cette opération, je me trouve en possession de tous les éléments nécessaires à la détermination de la résistance R du couple.

En effet, d'après les lois d'Ohm, l'intensité du courant dans le circuit simple de résistance r est représentée par

$$I=\frac{E}{R+r},$$

et dans le même circuit, de résistance a après la dérivation par

$$I=\frac{Eb}{R(a+b)+ab}.$$

Comme les deux intensités sont égales, on peut poser

$$\frac{E}{R+r}=\frac{Eb}{R(a+b)+ab},$$

d'où

$$R=\frac{b(r-a)}{a}.$$

On va voir par l'exemple suivant les avantages de cette méthode.

En expérimentant d'après la méthode ordinaire une pile de Daniell à vases poreux très-perméables, j'ai trouvé, pour des circuits r et r' ayant une résistance de 11,829 et 14,749 mètres de fil télégraphique de 4 millimètres, des intensités représentées à ma boussole des sinus par 29° 50′ et 23° 45′. Avec ces données, la valeur de R était 586 mètres, la force électro-motrice 6175, et la valeur de I′ en sinus 0,40275. En établissant une dérivation

entre les deux pôles de la pile par un fil de 417 mètr de résistance, il m'a fallu réduire la résistance r' 14749 mètres à 7505 mètres pour obtenir la même i tensité 0,40275. Si les valeurs de E et R déterminé précédemment par la méthode ordinaire étaient exacte il faudrait qu'appliquées à la formule

$$\frac{Eb}{R(a+b)+ab},$$

elles pussent fournir la valeur 0,40275. Or on trou une valeur notablement moindre, c'est-à-dire 0,3386 Partons maintenant de la nouvelle formule $R=\frac{b(r-a}{a}$ nous trouvons

$$R=\frac{417(14749-7505)}{7505}=402.$$

Or cette valeur, en nous fournissant cette fois (a moyen de la formule des courants dérivés) l'inten sité 0,40780, quantité bien voisine de celle reconnu par l'expérience, nous donne avec la formule du circu simple 0,40756 pour la même valeur de I'.

On voit donc que les valeurs de R, déterminées par l méthode précédente, sont forcément plus exactes que le autres, puisqu'elles peuvent satisfaire à toutes les expé riences, ce qui n'a pas lieu avec les valeurs fournies pa la méthode ordinaire.

Le 9 décembre 1863.

TH. DU MONCEL.

LES CHRONOMÈTRES ET LES SIGNAUX HORAIRES

PAR M. JAMES MATHER,
De South Shields.

(Traduit du *Mechanics' Magazine*.)

L'observatoire de Greenwich, sous l'habile direction de l'astronome royal M. Airy, détermine maintenant le temps vrai par des procédés astronomiques qui sont infaillibles, et le transmet chaque jour aux extrémités du royaume pour l'usage des marins et pour la sécurité de tous les navires qui transportent sur les océans les richesses de l'Angleterre. Greenwich est le point de repère des longitudes, et il est d'un intérêt national que l'heure exacte soit connue partout. La Tyne en avait besoin, comme tous les ports de mer; car les chronomètres d'un navire ne sont utiles qu'autant qu'ils marquent l'heure de Greenwich et qu'ils sont exactement réglés. Bien réglés, ils sont le salut du navigateur; mal réglés, ils le trompent et lui tendent un piége. Il est donc important, pour les constructeurs de chronomètres et pour les capitaines, de se procurer aisément le temps de Greenwich. Ces instruments sont si délicats, qu'ils sont quelquefois dérangés par le seul transport de l'atelier où ils ont été montés au bâtiment qui doit les employer. « Dans la plupart des cas, dit l'astronome de l'observatoire de Liverpool dans son dernier rap-

port, les discordances proviennent moins de la qualité d l'instrument que de la méthode vulgairement en usa pour calculer la marche et évaluer les erreurs entre l'heu du bord et l'heure de Greenwich. » Ces erreurs sont-ell dues aux variations thermométriques qui affectent les mei leurs chronomètres et leur donnent 1 à 2 secondes de di férence quotidienne par 15 à 20 degrés, ou bien au mou vement du navire? Nous l'ignorons encore.

Les travaux de nos astronomes et de nos artistes qu ont déjà remédié à tant de défauts dans la construction d ce merveilleux instrument finiront sans doute par élimine ceux qui persistent encore. Le *Nautical Almanac*, œuvr gigantesque de calculs et d'observations astronomiques, donne quatre ans à l'avance les positions relatives du soleil, de la terre, de la lune et des étoiles, et rend le marin capable de corriger et de régler son chronomètre à la mer, quand l'état du ciel le permet. Cependant ces corrections sont impraticables pendant les orages et pendant la nuit. Quelques secondes d'avance ou de retard peuvent occasionner un naufrage. Il fut prouvé devant l'Association britannique, en 1837, que les meilleures montres marines varient quelquefois entre elles de 2 minutes de temps, et, ajoutait-on, ces 2 minutes suffiront souvent pour mettre un navire en perdition. Qu'on en juge par un exemple. L'an dernier, un bâtiment sortit de la Tyne pour se rendre dans l'Amérique du Sud. Le chronomètre était réglé comme d'habitude, et sa marche reconnue était de 1 seconde 1/2 de retard par jour. On avait confiance en cet instrument. Néanmoins, après trente jours de mer, on put faire une observation lunaire, et l'on vit que la montre, au lieu de retarder, avançait par jour de 8/10 de seconde. C'était une erreur assez grave pour perdre le bâtiment, si l'on avait eu une confiance entière en cet instrument

défectueux. Il est donc évident que tout capitaine qui part pour un voyage au long cours doit absolument se procurer l'heure exacte de Greenwich. La Tyne voit partir de ses ports plus de vaisseaux chargés que la Tamise. Il y en a plus de 20,000 qui sortent chaque année de nos bassins; la plupart vont en pays étranger et ont strictement besoin de se rapporter à la longitude de Greenwich. Tous les grands ports de la Tamise, du Forth, de la Clyde, de la Mersey, ont déjà des signaux d'heure, soit des ballons qui tombent du haut de leur mât, soit des canons auxquels on met le feu. Le marin entend ou voit le signal et guide sa course en conséquence. Il est inutile d'exposer plus longuement les avantages de ces signaux.

Les commissaires de la Tyne, sérieusement intéressés dans les opérations maritimes de cette rivière, qui a un mouvement annuel de 400,000 tonneaux, la onzième partie de tout le commerce des Iles-Britanniques, portèrent leur attention sur ce sujet dès 1859 et nommèrent un comité pour l'étudier spécialement. Les études furent interrompues pendant trois ans, et l'an dernier les commissaires s'en occupèrent de nouveau. Ils eurent le bonheur d'être secondés par les avis et les conseils du professeur Airy, qui mit autant de soin à faire apprécier les avantages de ce projet qu'à mesurer les corps célestes dans son observatoire, ou à corriger les erreurs des chronomètres.

Le comité proposait de placer un ballon-signal sur le pont de High Level et un canon sur le vieux château normand de Newcastle; on pensait que ce serait suffisant pour donner l'heure de Greenwich aux bassins supérieurs de la rivière; en outre, un ballon ou un canon aurait été placé à White Hill Point pour l'usage des docks et du havre, qui contient quelquefois 1,200 navires. Le

brillant et heureux essai accompli à Newcastle par l'astro-
nome royal d'Ecosse, le professeur Piazzi Smith, le 17 aoû
dernier, prouve que l'un et l'autre moyen de signal
l'heure peut être également adopté.

M. John Hewat (d'Edimbourg) fut le premier qui pr
posa un canon horaire. Le professeur Piazzi Smith, av
la perspicacité qui le distingue, en comprit de suite l
avantages, et, avec le concours de MM. Ritchie et Son
il mit promptement cette idée à exécution.

Les commissaires de la Tyne eurent l'occasion d'ex
miner les ingénieuses dispositions qui ont été prises
Edimbourg. Ils virent dans cette ville que l'horloge
château battait en même temps que l'horloge astronom
que de l'observatoire de Calton-Hill, à 1,200 mètres
distance, grâce au pendule régulateur de M. Jones (
Chester). En outre, par l'ingénieuse détente de MM. R
chie, le canon de 24 du château partait au même insta
que tombait le ballon de Calton-Hill qui marque l'heu
officielle. Lorsqu'on ne peut voir le signal, on entend
bruit. Le moment exact de la décharge est calculé par
règle d'Herschell; le son, à la température de 15 degr
parcourant 340 mètres par seconde, avec 62 centimètres
plus ou en moins par degré de chaleur ou de froid au-des
de 15. Tout ce qui est nécessaire pour ces opérations, a
certaines additions relatives à l'usage du canon, est
posé dans les lettres du professeur Airy aux commissai
de la Tyne. « Tous les renseignements qu'on vous a d
nés, dit l'astronome royal, sont exacts. Les signaux s
envoyés de Greenwich, dix fois par jour, s'il le faut, a
la même exactitude, et ne sont interrompus que par
relai de Lothbury (poste central de Londres). Quand
circuit métallique est complet, il faut moins de 1/20
seconde pour faire passer un signal de Greenwich à Ed

bourg. L'effet du relai, à lui seul, emploie 1/50 de seconde. Si les lignes étaient toujours en bon état et bien isolées, il ne serait pas difficile de produire la chute des ballons horaires de Greenwich même; mais, eu égard aux perturbations accidentelles, je préfère n'employer le courant de l'observatoire que pour donner un signal au bureau télégraphique où l'on constate l'erreur d'une première horloge; on télégraphie alors pour régler une deuxième horloge qui met mécaniquement le signal horaire en mouvement. Vous pouvez demander l'heure ou les heures qui vous conviennent le mieux. L'heure usuelle à Greenwich, où l'on s'est conformé aux exigences du bureau, est une heure de l'après-midi. » Pour appliquer ce système, d'accord avec M. Latimer Clark, l'habile ingénieur de l'*Electric and international Telegraph Company,* il serait nécessaire de relier l'observatoire de Greenwich avec les points choisis à Newcastle pour l'installation des signaux. La dépense s'élèverait à 4,000 francs pour l'établissement de ces communications, 5,500 francs pour les deux ballons signaux, 1,250 francs pour deux bonnes horloges, 250 francs pour l'entretien des fils entre Newcastle et White Hill Point, et 1,000 francs pour l'abonnement d'un an aux transmissions quotidiennes de l'heure; total, 12,000 francs. Il suffirait ensuite de 2,500 francs par an pour entretenir le tout en état et faire fonctionner les signaux de la Tyne. Le canon-signal dont il a été parlé plus haut, et dont l'efficacité est si bien démontrée, ajouterait sans doute quelque chose au prix de revient du système.

HISTOIRE ET STATISTIQUE

DE

LA TÉLÉGRAPHIE EN ITALIE

L'ospuscule de M. d'Amico, dont il a déjà été que
dans ce recueil (t. VI, p. 556), contient un rapide h
rique de la situation des administrations télégraphi
italiennes avant l'annexion. C'est ce résumé que nous
tons sous les yeux de nos lecteurs, comme un complén
nécessaire des études statistiques qui ont déjà été publ
par les *Annales*.

On comptait en Italie, lorsqu'elle était encore démembrée,
administrations télégraphiques distinctes, sur lesquelles il est
de jeter un coup d'œil rapide, pour qu'on sache dans qu
conditions l'administration actuelle du royaume italien a tro
les choses.

Etats sardes. — Le service électro-télégraphique fut inaug
dans les Etats sardes, le long de la ligne de Turin à Gênes
12 avril 1852. Quand le royaume de Sardaigne cessa de possé
son antique existence, on y comptait (Sardaigne comprise, Sav
et Nice exclues) 60 bureaux télégraphiques; 1 millier de kil
mètres de lignes, avec un développement de 2,000 kilomètres
fils. De plus, en Sardaigne, 400 kilomètres de lignes à deux fi
propriété de la Compagnie Brett, dont il sera question plus loi
Les bureaux qui rapportaient le plus étaient : Gênes, avec u
produit annuel de 160,000 francs; Turin, 100,000; Cagliar
12,000. Tous les bureaux de l'Etat donnaient un produit annu
de 300,000 francs environ. On dépensait pour la télégraphie, san

compter les dépenses d'ordre et celles extraordinaires, un peu plus de 320,000 francs.

La taxe intérieure sur les dépêches était de 1 franc pour 10 mots, avec une augmentation de 50 centimes par fraction de 5 mots en plus; mais elle fut promptement modifiée par l'annexion de la Lombardie.

Le télégraphe de Wheatstone à aiguille était généralement adopté; il indique les lettres par le nombre d'oscillations à droite et à gauche. Dans quelques bureaux seulement, le télégraphe Morse, imprimant à sec les points et les lignes qui représentent les lettres, était en usage. Les piles employées dans quelques stations étaient celles à sable, modifiées par M. Minotto, et dans d'autres, celles du système Daniell, avec les zincs extérieurs. Les lignes étaient construites avec des poteaux de chêne ou de mélèze, d'une hauteur de 7 à 9 mètres, munis de paratonnerres. Le fil était en fer galvanisé n° 8. Les isolateurs étaient des cloches de grès, avec un crochet pour soutenir le fil: on les attachait, par un collier de fer, sur des planchettes de bois, établies elles-mêmes sur les poteaux, au moyen de pitons vissés et isolés par des poulies de grès. A chaque kilomètre de la ligne, ou un peu plus, il y avait un poteau de traction pour arrêter le fil, lequel était simplement suspendu sur les poteaux intermédiaires.

Un personnel spécial était affecté aux bureaux; mais pendant longtemps la surveillance des lignes fut confiée aux agents du génie civil, avec peu de succès, ce qui amena, en dernier lieu, à y affecter un personnel spécial.

Société du télégraphe sous-marin. — Pour l'île de Sardaigne, on avait conclu une convention avec la Compagnie Brett, aux termes de laquelle celle-ci avait placé un câble télégraphique entre la Rivière du Levant de Gênes et la Corse; elle avait construit deux lignes dans cette île et dans la Sardaigne, en les réunissant par un câble très-court, posé dans le détroit de Bonifacio. Le gouvernement garantissait à la Société 5 pour 100 d'intérêt, pour les 3 millions de capital employé; il dirigeait les bureaux télégraphiques, laissant aux soins de la Société la surveillance

des lignes terrestres et maritimes. Cependant, comme la ligne de Bonifacio à Cagliari par Sassari n'aurait pas su besoins de la Sardaigne, le gouvernement se réservait de struire, sur le territoire de l'île, les autres lignes qu'il ju nécessaires. C'est ce qu'on a fait depuis.

Lombardie. — Le service électro-télégraphique fut n activité au commencement de 1850. Quand cette provin réunie au Piémont, elle comptait 11 bureaux télégraphiq 570 kilomètres de lignes, avec un développement de 800 mètres de fil.

Les principaux bureaux étaient : Milan, avec un produit a de 120,000 francs et 25,000 dépêches ; Brescia, avec 10,000 f et 2,800 dépêches ; Bergame, avec 10,000 francs et 2,50 pêches. Tous les bureaux donnaient le produit annue 160,000 francs environ, et les dépenses ordinaires pour la graphie étaient de 200,000 francs environ. La taxe intérieur dépêches était de 1 fr. 50 c. pour 20 mots.

En Lombardie, le système Morse était adopté, avec des Daniell à zinc extérieur.

Les lignes étaient construites avec des poteaux de pin injecté, et sans paratonnerres ; leurs dimensions variaient de 8 mètres. Le fil généralement employé était en cuivre, d'un moins de 3 millimètres. Les isolateurs étaient des petites cloc en verre, surmontées d'un cylindre creusé, autour duquel on roulait le fil de la ligne. La cloche était cimentée sur un bras fer fixé au poteau. Ces bras avaient généralement très-peu solidité.

Un personnel spécial était affecté aux bureaux, et en outre ses émoluments ordinaires, il percevait une rétribution de qu ques centimes par dépêche. Dans les bureaux principaux, i avait un administrateur. La surveillance des lignes était faite des inspecteurs spéciaux, avec un personnel fort rare d'age subalternes qui étaient aidés par les cantonniers des routes, to pauvrement rétribués.

Duchés. — Dans les principautés, la télégraphie électrique f

mise en activité le 1er janvier 1852. Lorsque ces provinces furent annexées au royaume italien, on y comptait 8 bureaux et 316 kilomètres de lignes, toutes à un fil.

Les bureaux qui rapportaient le plus étaient : Reggio, avec un produit annuel de 16,500 francs et 1,000 dépêches expédiées; Modène, 16,000 francs et 2,700 dépêches. Le plus grand produit résultait du transit des dépêches à la frontière de Massa, lequel donnait un produit annuel de près de 50,000 francs. Tous les bureaux rendaient une somme annuelle de 90,000 francs à peu près (y compris le transit). La télégraphie coûtait en dépenses ordinaires 54,000 francs. La taxe intérieure des dépêches pouvait s'évaluer, en moyenne, à 4 francs pour 20 mots.

Le système télégraphique était celui du professeur Morse, avec des piles Daniell de petit modèle, dans lesquelles les vases poreux n'étaient pas en porcelaine, mais en argile cuite.

On n'avait pas prescrit d'une façon absolue de quel bois devaient être les poteaux pour la construction des lignes; selon les convenances, on employait du pin, du mélèze, du châtaignier ou du peuplier. Le fil préféré était en fer, du diamètre de 4 millimètres environ. Les isolateurs étaient à peu près semblables à ceux de la Lombardie.

Un personnel spécial était attaché tant au service des bureaux qu'à la surveillance des lignes.

Dans le duché de Parme, la télégraphie électrique fut inaugurée le 25 mai 1852, et lorsque son autonomie cessa, on y comptait 5 bureaux et 200 kilomètres de lignes à un seul fil. Les bureaux qui rapportaient le plus étaient : Parme, avec un produit annuel de 10,000 francs et une expédition de 3,500 dépêches; Plaisance, 8,000 francs et 2,800 dépêches. Le produit total de la télégraphie s'approchait du chiffre de 20,000 francs, et les dépenses ordinaires montaient à 36,000 francs environ. La taxe intérieure des dépêches pouvait s'évaluer, terme moyen, à 1 franc 25 c. pour 20 mots.

Dans le duché de Parme, le télégraphe Morse était aussi le préféré, avec des piles semblables aux précédentes. Les poteaux

pour la construction des lignes étaient en pin non injecté, d'un hauteur de 7 mètres environ. Le fil était en partie en fer non gal vanisé et en partie en cuivre, du diamètre de 3 millimètres. Le isolateurs étaient semblables à ceux de la Lombardie.

Un personnel spécial était affecté aux bureaux, mais la sur veillance des lignes était faite par les cantonniers des chemins sous la direction d'un inspecteur télégraphique, aidé d'un sup pléant.

Etats pontificaux. — La télégraphie électrique fut inauguré le 27 septembre 1853, sur un petit parcours, et, en mars 1855 sur la ligne entière de Rome à Bologne. Dans les provinces qu font maintenant partie du royaume d'Italie, on comptait 20 bureaux et un peu plus de 900 kilomètres de lignes, avec un développement d'environ 1,100 kilomètres de fils.

Les bureaux qui rapportaient le plus étaient : Bologne, avec un produit annuel d'environ 30,000 francs et 8,000 dépêches expédiées ; Ancône, 20,000 francs et à peu près 5,000 dépêches ; Ferrare, 9,000 francs et 2,000 dépêches environ. Le produit total des bureaux télégraphiques aujourd'hui compris dans le royaume d'Italie était de près de 80,000 francs par an, et les dépenses correspondantes de 100,000 francs. La taxe intérieure des dépêches était de 2 fr. 66 c. pour 15 mots, non compris l'adresse.

Le télégraphe adopté était celui du professeur Morse, avec des piles Daniell petit modèle. Les poteaux pour la construction des lignes étaient généralement de châtaignier et parfois de mélèze ou de chêne vert ; les dimensions variaient de 6m,50 à 8 mètres. Le fil préféré était en fer n° 8, non galvanisé. Les isolateurs, inventés par l'ingénieur Salvatori, étaient en porcelaine ; leur partie supérieure était presque hémisphérique, avec une fente pour le passage du fil ; la partie inférieure était creusée tout autour, puis elle émergeait d'un fût, aussi en porcelaine, dans lequel on introduisait le bras de fer fixé au poteau. Le fût de l'isolateur et le bras de fer étaient traversés par un piton à écrou qui les unissait solidement.

Les bureaux étaient desservis par un personnel spécial, mais

la surveillance des lignes était faite par les agents du génie civil et par les cantonniers des routes, très-peu rétribués.

Toscane. — La télégraphie électrique fut inaugurée en Toscane, sur le petit trajet de Livourne à Pise, sur la fin de 1847, et la ligne de Pise à Florence fut achevée en août 1848. On comptait, avant l'annexion au royaume d'Italie, 30 bureaux et 873 kilomètres de lignes, avec un développement de 1,540 kilomètres de fils.

Les bureaux les plus importants étaient : Livourne, avec un produit annuel de 65,000 francs et une expédition de 14,000 dépêches; Florence, avec un produit et un travail presque égaux; Pise, avec une recette de 7,500 francs et une expédition de 4,000 dépêches. Le produit total de la télégraphie était de 180,000 francs environ. Les dépenses ordinaires dépassaient un peu 200,000 francs. La taxe intérieure pour une dépêche de 15 mots, y compris l'adresse, était de 2 fr. 80 c.

Le système généralement adopté pour les appareils était celui de Breguet, à cadran, avec un manipulateur à disque. Les piles étaient presque toutes de Bunsen. Pour la construction des lignes, on faisait usage de poteaux de châtaignier, de petite dimension. Le fil préféré était en partie galvanisé, du n° 8. Les isolateurs étaient de porcelaine à cloche à crochet, plus petits que ceux du Piémont; ils étaient directement fixés aux poteaux avec des vis traversant deux oreillettes latérales. A quelques intervalles sur les lignes, il y avait des isolateurs dont le crochet était muni d'une bride pour arrêter le fil, lequel était simplement suspendu sur les poteaux intermédiaires.

Un personnel spécial était affecté aux bureaux, et dans les plus importants, le service des appareils se trouvait toujours distinct de celui de la comptabilité. Un personnel spécial de brigadiers et de gardes, sous la direction d'un inspecteur, s'occupait de la surveillance des lignes.

Royaume des Deux-Siciles. — Dans le royaume de Naples, la première ligne télégraphique fut inaugurée le 31 juillet 1852. Les bureaux de cet Etat étaient au nombre de 86, lorsque son

autonomie cessa, et les lignes avaient une étendue de 2,874 kil
mètres, avec un développement de 4,556 kilomètres de fils.

Les bureaux d'une grande importance étaient : Naples, q
donnait 250,000 francs et expédiait 22,000 dépêches ; Bari, q
rapportait 8,000 francs et avait 3,000 dépêches ; Reggio, av
6,000 francs de recettes et 2,300 dépêches de départ. Presq
tout le mouvement d'affaires était sur la ligne de Terracine, po
l'échange des correspondances entre l'étranger et la ville
Naples, qui seule donnait les deux tiers du produit total. Le pr
duit total était de 360,000 francs ; les dépenses ordinaires s'
levaient à 576,000 francs. La taxe intérieure d'une dépêche
20 mots, outre l'adresse, était de 1 fr. 50 c.

Les bureaux du versant de l'Adriatique étaient tous fournis
machines Morse ; presque tous ceux du versant de la mer Tyrrh
nienne avaient des machines Henley, à système d'induction. L
piles des premiers étaient de Daniell, modèle moyen, avec des di
phragmes de porcelaine. Plus tard, on commença à supprim
l'usage des diaphragmes dans le bureau de Naples, en adopta
la pile à contact des liquides, dont je parlerai plus loin à propos
la télégraphie sicilienne. Les lignes étaient toutes construites av
des poteaux de châtaignier de 7 à 8 mètres. Le fil employé éta
en fer galvanisé n° 8. Les isolateurs sur les premières lign
étaient du système Clarke ; mais postérieurement, on générali
l'usage du coussinet de grès ou de porcelaine, avec une fente po
le passage du fil de ligne, qui s'y fixait par une ligature de fil n° 1

Deux catégories distinctes d'employés étaient affectées aux b
reaux, les uns militaires, avec de très-minimes émoluments, de
tinés aux appareils ; les autres, civils, qui s'occupaient de
comptabilité et de l'administration. Cette dualité montait jusqu'a
grade suprême de la hiérarchie, avec les inconvénients q
chacun peut imaginer. La surveillance des lignes était faite par u
très-rare personnel d'ouvriers fort mal rétribués et dépendant d
directeur civil. Pour toutes les lignes de l'État, il n'y avait qu'u
seul fonctionnaire surintendant de la surveillance et de la co
struction des lignes, avec le titre d'ingénieur télégraphique. I

traduction des dépêches gouvernementales était confiée à une classe d'interprètes militaires.

A la fin de l'année 1856, on commença à établir la télégraphie électrique en Sicile, et la ligne de Messine à Palerme fut inaugurée le 15 octobre 1857. Les bureaux de l'île, avant son annexion au royaume d'Italie, étaient au nombre de 28. Les lignes avaient une extension de 1,100 kilomètres, pour un développement de 1,500 kilomètres de fils.

Les bureaux principaux étaient : Messine, avec un produit annuel de 60,000 francs et une expédition de 19,000 dépêches ; Palerme, 37,000 francs et 16,000 dépêches; Catane, 26,000 francs et 10,000 dépêches ; enfin, Girgenti, 15,500 francs et 6,500 dépêches. Le rendement de la télégraphie était de 180,000 francs environ, et les dépenses ordinaires se montaient à un peu moins de 250,000 francs.

Le système d'appareils en usage dans les bureaux était le Morse. Les piles étaient de Daniell, sans diaphragmes, construites ainsi : le vase en verre était étranglé à un tiers de la hauteur à partir du bord ; sur ce bourrelet appuyait un disque de zinc creux, auquel était soudée une lame de cuivre recouverte d'une couche isolante, sauf son extrémité qui plongeait dans le vase, à travers le vide du zinc qui y était contenu. La solution de sulfate de cuivre occupait la partie inférieure du vase, comme étant plus dense, et l'eau remplissait simplement le vide au-dessus du bourrelet. Pour que les deux liquides ne se mêlassent pas, on employait pour monter la pile un petit entonnoir qui atteignait le fond du vase, et on versait lentement la solution sous la couche inférieure de l'eau, déjà mise en place. Cette pile fut imaginée par moi, qui dirigeais la télégraphie sicilienne, en mai 1858, ainsi que je l'annonçai alors dans le *Journal officiel*. Les lignes étaient construites comme celles du royaume de Naples, sauf que pendant la dernière période on substitua aux isolateurs à coussinet ceux français, petit modèle à crochet, et au fil n° 8 celui du n° 12.

L'organisation du personnel, en général, en ce qui concernait les bureaux, était semblable à celle établie dans le pays napolitain;

mais comme en Sicile le chef du gouvernement cum
attributions civiles et militaires, les inconvénients de l
se trouvaient évités en grande partie. La surveillance d
était exécutée par un nombre suffisant d'agents à pied ou
bien rétribués, et sous la dépendance des inspecteurs.
surveillaient aussi la marche du service dans les bureau
pendaient absolument du directeur civil.

De cette rapide exposition des conditions dans lesqu
trouvaient les administrations télégraphiques italienne
qu'elles cessèrent d'avoir une existence séparée, il résulte q
ministration actuelle du royaume a trouvé :

Lignes	8,243 kilomètres
Développement des fils.	12,412 —
Bureaux.	248
Appareils	370
Produits totaux.	1,370,000 francs
Dépenses ordinaires.	1,756,000 —

Moyenne de la taxe pour 15 mots, dans une zone, un peu plus de 2 fr

Les câbles télégraphiques en relation avec les administr
italiennes étaient celui entre la rivière de Gênes et la Corse
de la Corse à la Sardaigne, celui de la Sicile à Malte : tous
appartenant à des Compagnies; ceux de la Sicile en Calab
de l'Albanie turque à Otrante, qui appartenaient à l'Etat.

LAVIALLE DE LAMEILLÈRE.

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

L'ADMINISTRATION DES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES.

Paris, le 8 septembre 1863.

Arrêté relatif à l'examen d'admission des surnuméraires.

Le Directeur général des lignes télégraphiques,

Vu le décret du 20 janvier 1862, relatif à l'organisation du service des lignes télégraphiques;

Vu notamment le paragraphe 7 de l'article 6, ainsi conçu : « Les employés de troisième classe sont choisis parmi les surnuméraires ayant au moins un an d'exercice, et qui ont été nommés par les préfets à la suite d'un concours dont le directeur général arrête le programme, »

Arrête :

Art. 1. L'examen pour l'admission des surnuméraires dans le service des lignes télégraphiques a lieu dans les villes de Paris, Bordeaux, Toulouse, Marseille, Lyon, Strasbourg, Lille et Nantes.

Art. 2. Un avis, inséré au *Moniteur universel,* indique l'époque à laquelle l'examen est ouvert.

Art. 3. Pour être admis à concourir, les candidats doivent avoir dix-huit ans au moins et vingt-huit ans au plus. Cette limite d'âge est reculée jusqu'à trente ans pour les aspirants qui compteraient au moins sept ans de service dans l'armée ou dans l'enseignement.

Art. 4. Tout candidat justifie préalablement de sa qualité de Français, et produit les pièces ci-après :

1° Acte de naissance dûment légalisé ;

2° Certificat de libération définitive du service militaire, si, à

raison de son âge, il a satisfait à la loi sur le recrutement l'armée ;

3° Certificat de bonne vie et mœurs, délivré par le maire d commune de son dernier domicile ;

4° Obligation sous seing privé, dans la forme indiquée l'article 1326 du Code Napoléon, par laquelle le père, la mère le tuteur du candidat s'engage à lui fournir une somme annu de 1,200 francs, pour subvenir à ses besoins pendant son st dont la durée ne peut être moindre d'une année. Cette obliga est souscrite par l'aspirant, s'il a atteint l'âge de sa majorit s'il jouit de ses biens. Elle doit être accompagnée d'un certi du maire, attestant que le candidat est par lui-même ou pa famille en position de satisfaire à l'engagement contracté ;

5° Une déclaration du lieu d'examen choisi par le candidat

6° Diplômes constatant les grades universitaires qu'il au obtenus.

ART. 5. Les aspirants se font inscrire à la préfecture du dé tement où ils résident ; ils déposent, en même temps, une mande accompagnée des pièces à produire.

Dans le département de la Seine, l'inscription et le dépôt pièces ont lieu à la direction générale des lignes télégraphi (bureau du personnel).

ART. 6. Les registres d'inscription ouverts dans les pré tures et à Paris sont clos six semaines avant l'époque fixée l'examen.

ART. 7. Les candidats sont informés individuellement d décision prise à leur égard, huit jours au moins avant l'épo fixée pour l'ouverture du concours.

ART. 8. L'examen porte sur les matières suivantes :

1° Ecriture très-nette et très-régulière ;

2° Orthographe ;

3° Rédaction française ;

4° Dessin linéaire ;

5° Arithmétique ;

6° Géométrie ;

7° Physique et chimie;

8° Géographie.

La connaissance de l'une ou plusieurs des langues suivantes : l'allemand, l'anglais, l'italien et l'espagnol est prise en considération pour le classement des candidats.

Art. 9. Les épreuves consistent en compositions écrites, qui sont faites sous la surveillance de fonctionnaires de l'administration.

Art. 10. Les sujets de composition sont envoyés au président de la Commission chargé de la surveillance de l'examen, sous un pli cacheté à la cire et qui ne peut être ouvert qu'en présence des candidats, au commencement de chaque séance.

Art. 11. Les compositions sont signées par les candidats, mais seulement en tête de la feuille, de telle sorte que leurs noms puissent en être détachés, et sont remises, à la fin de chaque séance, aux fonctionnaires préposés à la surveillance. Elles sont réunies immédiatement et transmises le même jour à l'administration, avec un procès-verbal constatant la régularité des opérations.

Art. 12. Les compositions sont soumises au jugement d'une Commission d'examen, composée d'un inspecteur général, président, et d'inspecteurs, de sous-inspecteurs, de directeurs de transmissions et de traducteurs.

Art. 13. La Commission procède tout d'abord à l'examen des épreuves d'écriture et d'orthographe. Les candidats dont les compositions ne sont pas tout à fait satisfaisantes sous ce double rapport sont immédiatement exclus du concours et ne sont pas compris dans le classement général.

Art. 14. Si les examinateurs reconnaissent que, malgré la surveillance exercée, des communications ont eu lieu entre les candidats, leur exclusion du concours est également prononcée.

Art. 15. Les candidats nommés surnuméraires à la suite de l'examen sont appelés à Paris pour suivre des cours spéciaux de télégraphie. Ceux d'entre eux qui ne se présentent pas au siége de l'administration au jour qui leur est indiqué, sont déclarés démissionnaires.

Art. 16. L'admission des surnuméraires dans le service graphique n'est définitive que lorsque leur aptitude physi été constatée par le médecin du ministère de l'intérieur.

Paris, le 8 septembre 1863.

Vte H. DE VOUGY.

APPROUVÉ :

Le ministre de l'intérieur,

Signé P. BOUDET.

Paris, le 4 novembre 1863.

Rapport à Sa Majesté l'Empereur.

Sire,

En donnant, par votre décret du 20 janvier 1862, la circo scription départementale pour base à l'organisation du serv télégraphique, vous vous êtes proposé d'assurer le fonction ment de ce service dans des conditions plus régulières et p simples.

Le nouveau décret que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'h à l'approbation de Votre Majesté aurait pour effet de complét à certains égards, les résultats de celui du 20 janvier, en do nant aux inspecteurs départementaux une liberté d'action trè utile à la rapide expédition des affaires.

Par analogie avec ce qui existe déjà depuis le 1er janvier 18 dans l'administration des ponts et chaussées, les inspecteu départementaux seraient, au même titre que les ingénieurs chef, investis à l'avenir de la faculté de délivrer eux-mêmes, po le payement des dépenses de leur service, les mandats qu'ils pouvaient obtenir jusqu'à ce jour que par la voie plus lente d'u instance auprès des préfets.

Les délais seraient ainsi notablement diminués, les traitemen du personnel soldés avec plus d'exactitude et les ressources di ponibles plus promptement utilisées pour l'exécution de travau urgents d'établissement ou de réparation de lignes.

La marche du service serait, en un mot, accélérée et simplifié

ivant les intentions exprimées par Votre Majesté dans sa lettre 24 juin dernier à M. le ministre présidant le Conseil d'Etat.

Aucun inconvénient, dans la gestion des deniers publics, ne rrait, d'ailleurs, résulter de cette mesure, dont l'application it faite avec prudence et dans des conditions qui ont reçu déjà, r la comptabilité des travaux publics, la sanction de l'expé-ce. D'une part, en effet, les inspecteurs départementaux erceraient la faculté de mandatement que pour le payement épenses préalablement autorisées et dans la limite de crédits lièrement ouverts ; d'autre part, les préfets continueraient à titulaires des ordonnances de délégation, qui seraient sous-guées seulement aux inspecteurs : ceux-ci devraient, en con-ence, rendre compte aux préfets de l'emploi des fonds sous-ués, et leur permettre ainsi de dresser les relevés mensuels s par les articles 303 et 304 du décret du 31 mai 1862.

approuvant la proposition que j'ai l'honneur de lui sou-e, Votre Majesté donnerait satisfaction au vœu unanime nctionnaires du service télégraphique, comme aux besoins de ce service. Si elle daigne y donner son assentiment, prie de vouloir bien revêtir de sa signature le décret ci-é.

uis, avec le plus profond respect, Sire,

Votre Majesté, le très-humble, très-obéissant et très-fidèle eur et sujet,

Le ministre de l'intérieur,
P. BOUDET.

Du 4 novembre 1863.

et impérial attribuant aux inspecteurs des lignes té-raphiques la faculté de mandater les dépenses de r service.

POLÉON, par la grâce de Dieu et la volonté nationale, Em-r des Français,

ous présents et à venir, salut.

Vu le décret du 20 janvier 1862, portant organisation d l'administration des lignes télégraphiques;

Vu le décret du 31 mai 1862, sur la comptabilité publique;

Vu le règlement du 30 novembre 1840, sur la comptabilité d ministère de l'intérieur, et l'article 7 du règlement du 28 septem bre 1849, sur la comptabilité du ministère des travaux publics;

Vu l'avis de notre ministre secrétaire d'État des finances, e date du 2 avril 1863;

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État au départe ment de l'intérieur,

Avons décrété et décrétons ce qui suit :

Art. 1. Les inspecteurs départementaux, institués par décre du 20 janvier 1862 et chargés, en vertu d'un arrêté d'attribution du 28 du même mois, de pourvoir au payement de toutes les dé penses du service télégraphique, seront investis à l'avenir de l faculté de délivrer eux-mêmes, dans la limite des crédits ouverts les mandats relatifs à ces dépenses.

A cet effet, les ordonnances de délégation, expédiées au préfets, seront sous-déléguées aux inspecteurs des lignes télégra phiques.

Art. 2. Les préfets demeurent titulaires des crédits de dé légation sous-délégués aux inspecteurs départementaux et conti nuent à en rendre compte dans les relevés mensuels qu'ils doi vent adresser au ministre de l'intérieur, en exécution des arti cles 303 et 304 du décret du 31 mai 1862.

Art. 3. Pour les travaux exécutés en régie, l'inspecteu désignera un agent spécial du service télégraphique qui remplir les fonctions de régisseur comptable et auquel il délivrera de mandats à titre d'avances, dans les limites fixées par l'article 9 du décret du 31 mai 1862.

Art. 4. Les dispositions qui précèdent s'appliquent aux in specteurs qui seraient chargés de services spéciaux et auxquel des ordonnances seront sous-déléguées dans chacun des départe ments auxquels s'étendrait leur service.

Art. 5. La comptabilité des inspecteurs du service télégraphique, notamment en ce qui concerne les pièces à fournir aux préfets des départements, aux payeurs du Trésor et à l'administration centrale du ministère de l'intérieur, fera l'objet d'un règlement spécial.

Art. 6. Nos ministres secrétaires d'État aux départements de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des lois*.

Fait au palais de Saint-Cloud, le 4 novembre 1863.

Signé : NAPOLÉON.

Par l'Empereur :

Le ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur,
Signé P. Boudet.

Le ministre secrétaire d'État au département des finances,
Signé Achille Fould.

Du 24 décembre 1863.

Arrêté relatif à la taxe des dépêches transitant par la frontière franco-espagnole.

Le Ministre de l'intérieur,

Vu l'article 3 de la loi du 22 juin 1854;

Vu les arrêtés du ministre de l'intérieur, en date du 7 décembre 1854 et du 20 mars 1857 ;

Considérant que, si une réduction de taxe est de nature à faciliter le passage par le territoire français de la correspondance destinée au Royaume-Uni et qui émane des États situés au delà des frontières de terre, entre Dunkerque et la Méditerranée, il n'en est pas de même pour la correspondance originaire d'Espagne ou de Portugal, qui doit nécessairement emprunter le territoire français ;

Considérant que le moment où l'Espagne va être appelée à jouir, pour sa correspondance avec la France, du bénéfice d'un tarif uniforme et réduit paraît opportun pour revenir, en ce qui concerne le transit français, au tarif ancien ;

Sur le rapport du directeur général des lignes télégraphiques,

Arrête :

Art. 1er. — Est et demeure supprimée la réduction de 25 pour 100 sur les tarifs en usage, qui avait été étendue aux dépêches de ou pour l'Angleterre transitant par les frontières espagnoles, par l'arrêté du 20 mars 1857, qui se trouve ainsi abrogé.

Cette mesure sera applicable à partir du 1er janvier 1864.

Art. 2. Le directeur général des lignes télégraphiques est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Fait à Paris, le 24 décembre 1863.

Le ministre de l'intérieur,
P. BOUDET.

Du 30 décembre 1863.

Décret impérial portant promulgation de la déclaration signée, le 1er décembre 1863, entre la France et la Suisse, pour la réduction de la taxe des dépêches télégraphiques.

NAPOLÉON, par la grâce de Dieu et la volonté nationale, Empereur des Français,

A tous présents et à venir, salut.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État au département des affaires étrangères,

Avons décrété et décrétons ce qui suit :

Article 1er.

Une déclaration pour la réduction de la taxe des dépêches télégraphiques ayant été signée, le 1er décembre 1863, entre la France et la Confédération suisse, et les ratifications de cet acte ayant été échangées à Paris, le 28 décembre 1863, ladite déclaration, dont la teneur suit, recevra sa pleine et entière exécution.

DÉCLARATION.

Le gouvernement de Sa Majesté l'Empereur des Français et le gouvernement de la Confédération suisse désirant assurer aux

deux pays les avantages d'un tarif uniforme pour l'échange de leurs dépêches télégraphiques, et accroître le nombre de celles-ci par une modération de taxes, les dispositions suivantes ont été, dans ce but, arrêtées d'un commun accord :

La taxe de la dépêche de vingt mots sera uniformément fixée à trois francs pour toutes les correspondances échangées entre la Suisse et la France, la Corse comprise, quel que soit le bureau de provenance ou le bureau de destination. Chaque série de dix mots en sus sera taxée de moitié du prix de la dépêche simple.

Le montant de la taxe sera partagé dans la proportion de deux tiers pour la France et d'un tiers pour la Suisse.

Il est entendu que dans le cas où, par suite d'interruption dans les communications sous-marines directes entre la France et la Corse, les dépêches d'origine suisse emprunteront, pour arriver à cette destination, des lignes étrangères, ces dépêches retomberont, en ce qui concerne la taxe, sous l'empire des règles générales qui résultent des traités internationaux en vigueur.

La taxe des dépêches échangées entre la Suisse et l'Algérie ou la Tunisie, soit qu'elles suivent la voie du câble direct de Port-Vendres à Alger, soit que, en cas d'interruption de cette communication, elles prennent la voie télégraphique entre la Suisse et Marseille, d'une part, entre Alger et le point de destination, de l'autre, et la voie postale entre Marseille et Alger, se composera de la taxe des dépêches d'origine française, calculée suivant l'une ou l'autre voie, augmentée de la somme de un franc, qui formera la part affectée à l'office suisse.

Le présent arrangement, exécutoire à partir du 1er janvier 1864, sera considéré comme étant en vigueur pour un temps indéterminé, tant que la dénonciation n'en sera pas faite par l'un des États contractants ; dans ce dernier cas, il demeurera en vigueur jusqu'à l'expiration d'une année, à partir du jour où la dénonciation en sera faite.

Il sera ratifié, et les ratifications en seront échangées aussitôt que faire se pourra.

En foi de quoi, les plénipotentiaires respectifs ont signé le présent arrangement, et y ont apposé leurs cachets.

Fait à Paris, le 1er décembre 1863.

(*L. S.*) Signé DROUYN DE LHUYS.
(*L. S.*) Signé KERN.

ARTICLE 2.

Notre ministre secrétaire d'État au département des affaires étrangères est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 30 décembre 1863.

Signé NAPOLÉON.

Par l'Empereur :
Le ministre des affaires étrangères,
Signé DROUYN DE LHUYS.

Vu et scellé du sceau de l'État :
Le garde des sceaux,
ministre de la justice et des cultes,
Signé J. BAROCHE.

Du 30 décembre 1863.

Décret impérial qui prescrit la publication de la déclaration signée entre la France et l'Espagne, pour l'établissement d'une ligne télégraphique entre l'Espagne et l'Algérie.

NAPOLÉON,

Par la grâce de Dieu et la volonté nationale, EMPEREUR DES FRANÇAIS,

A tous présents et à venir, SALUT.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État au département des affaires étrangères,

AVONS DÉCRÉTÉ et DÉCRÉTONS ce qui suit :

ARTICLE 1er.

Une déclaration relative à l'établissement d'une ligne télégraphique entre l'Espagne et l'Algérie, signée d'une part, par notre ministre et secrétaire d'État au département des affaires étrangères, et, d'autre part, par le ministre des affaires étrangères de Sa Majesté la reine des Espagnes, ayant été échangée entre les

deux gouvernements, le 28 décembre 1863, ladite déclaration, dont la teneur suit, est approuvée et sera insérée au *Bulletin des lois*.

DÉCLARATION.

Le gouvernement de Sa Majesté l'Empereur des Français et le gouvernement de Sa Majesté Catholique, voulant assurer la rapidité des communications de la France et de l'Espagne avec l'Algérie, au moyen d'une ligne télégraphique partant de Carthagène pour aboutir à Oran, sont convenus des points suivants :

ART. 1er. Le gouvernement de Sa Majesté Catholique autorise l'atterrissement d'un câble destiné à relier la Péninsule à la côte africaine, et qui, partant des environs de Carthagène, aboutira près d'Oran.

ART. 2. Ce câble, amené par les soins des administrations française et espagnole dans le bureau de Carthagène, y sera desservi par des employés espagnols, qui se conformeront à toutes les mesures que l'administration française jugera nécessaires pour en assurer la conservation.

ART. 3. L'administration française entretiendra près de Carthagène, si l'administration espagnole le désire, un agent chargé de surveiller la région d'atterrissement et de faire à la ligne les réparations dont l'utilité aurait été reconnue.

ART. 4. Les dépêches échangées entre la France et l'Algérie seront dirigées par le câble français de Port-Vendres à Mahon, par les câbles et les lignes terrestres de l'Espagne, depuis Mahon jusqu'à Carthagène, et par le câble français de Carthagène à Oran.

ART. 5. L'administration espagnole s'engage à prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer aux télégrammes, entre Mahon et Carthagène, une transmission aussi rapide et aussi directe que possible.

ART. 6. Les dépêches échangées entre la France et l'Algérie par la voie indiquée ci-dessus resteront soumises à la taxe fixe de huit francs, établie par le décret impérial du 5 octobre 1861 pour la dépêche simple, avec augmentation de moitié pour chaque dizaine de mots excédante. Sur cette taxe, une part de trois francs

(deux zones) sera allouée à l'administration espagnole pour parcours entre Mahon et Carthagène.

Art. 7. En cas d'interruption dans les communications sou marines entre Port-Vendres et Mahon, les dépêches échangé entre la France et l'Algérie seront dirigées par les lignes terrestr de France et d'Espagne jusqu'à Carthagène, et par le câble frança de Carthagène à Oran. L'administration espagnole prend, en cas, pour le parcours entre la frontière franco-espagnole et Ca thagène, les engagements exprimés dans l'article 5 du prése acte. La taxe de la dépêche simple échangée par cette voie reste fixée à huit francs, une part de trois francs (deux zones) continua d'être allouée à l'administration espagnole pour le parcours ent la frontière franco-espagnole et Carthagène.

Art. 8. Les dépêches internationales transitant par la Fran à destination de l'Algérie, et réciproquement, continueront à êt soumises, pour leur parcours, depuis leur sortie de France jusqu l'atterrissement en Algérie, à la taxe de six francs (quatre zones Une part de trois francs sera également allouée à l'administratio espagnole pour le parcours sur ses lignes, une taxe de un fran cinquante centimes restant applicable à chacun des deux câbl français.

Art. 9. Le parcours du câble d'Oran à Carthagène sera d même évalué à un franc cinquante centimes (une zone) pour l dépêches que l'Espagne ou le Portugal adresserait en Algérie.

Art. 10. L'arrangement ci-dessus aura force et valeur pendan tout le temps que le câble de Carthagène à Oran continuera fonctionner.

En foi de quoi, nous, ministre et secrétaire d'État au départe ment des affaires étrangères de Sa Majesté l'Empereur des Fran çais, avons signé la présente déclaration et y avons fait appose le sceau de nos armes; déclaration qui sera échangée contre u document analogue signé par le ministre des affaires étrangère de Sa Majesté Catholique.

A Paris, le 24 décembre 1863.

(L. S.) *Signé :* Drouyn de Lhuys.

ARTICLE 2.

Notre ministre et secrétaire d'État au département des affaires étrangères est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 30 décembre 1863.

NAPOLÉON.

Vu et scellé du sceau de l'État :
Le garde des sceaux,
ministre de la justice et des cultes,
Signé J. BAROCHE.

Par l'Empereur :
Le ministre des affaires étrangères,
Signé DROUYN DE LHUYS.

REVUE

DE TÉLÉGRAPHIE SOUS-MARINE

I

Ligne d'Algérie.

L'administration française avait traité, on le sait, ave MM. Siemens et Halske pour la fabrication et la po d'un câble entre Oran et Carthagène[1]. Au mois de jui let 1863, l'*Eclaireur,* aviso à vapeur de la marine imp riale, fit les études préliminaires de sondage et d'atterri sement sur cette ligne. L'immersion du conducteur, q avait été différée jusqu'à la fin de décembre, n'a p réussi. Il est néanmoins intéressant d'étudier les diff cultés contre lesquelles les entrepreneurs ont eu à lutte Les renseignements que nous publions ci-dessous so extraits des rapports adressés au directeur général d lignes télégraphiques par MM. Ploix, ingénieur hydr graphe, Ailhaud et Richard, inspecteurs des lignes télégr phiques, chargés de la surveillance des opérations.

Etudes préliminaires. — Il y a quelques années, avait déjà fait des sondages entre Oran et Carthagène. s'agissait alors de déterminer principalement quell étaient les plus grandes profondeurs de la mer dans c parages. Il avait été reconnu qu'entre les deux villes do il s'agit, les profondeurs d'eau, considérables d'ailleu sont assez uniformes, variant de 2,000 à 2,600 mètr Le plateau de vase molle, qui constitue en cet endroit fond de la mer, serait excellent pour recevoir le câble.

[1] Voyez t. VI, p. 408.

seul désavantage que présente le tracé est la grande profondeur et la pente rapide des deux versants.

On dut donc naturellement se demander s'il ne serait pas possible de trouver une eau moins profonde en se reportant plus à l'ouest, du côté du détroit de Gibraltar. Almeria pouvait être la tête de la ligne sous-marine sur le territoire espagnol. Entre Carthagène et le cap de Gate, il eût été difficile de choisir un point d'atterrissement convenable; la nature escarpée et rocheuse du littoral ne se prête ni à la réception du câble ni à l'établissement des lignes terrestres. Almeria, de même que Carthagène, est relié presque directement avec Paris par des communications électriques. La distance d'Almeria à Oran est la même que de Carthagène à cette dernière ville, environ 210 kilomètres.

Dans la baie d'Almeria, le fond est de sable et convenable pour le câble; la profondeur augmente progressivement jusqu'à 250 mètres. Par le travers du cap de Gate on traverse un haut fond qui s'étend assez loin au large avec une profondeur variable de 120 à 200 mètres; le sol est formé de gravier, de madrépores et de coquilles, jusqu'à 25 kilomètres environ du cap de Gate et 50 kilomètres d'Almeria. Alors, la sonde indique 300 mètres de profondeur et rapporte du sable vaseux. Ensuite la profondeur augmente progressivement jusqu'à 2,600 mètres et reste à peu près constante jusqu'à 15 kilomètres de la côte d'Afrique, où le fond se relève brusquement. Il est donc établi qu'en ne dépassant pas à l'ouest la direction d'Almeria on traversera toujours des eaux également profondes; seulement, en se portant vers Almeria, le parcours des grandes profondeurs est moindre.

En ce qui concerne les points d'atterrissement, à Carthagène on ne pouvait songer à traverser la rade. On

choisit une petite baie à l'ouest, connue sous le nom
gameca Chica. De là, au bureau télégraphique sit
ville, il n'y a que 3 kilomètres environ par un tra
cile. Le fond de la baie est un sable vasard bon p
câble. Le sol sous-marin s'abaisse lentement jusqu'à 1
lomètres de terre. Alors la descente devient plus ra
et à 22 kilomètres on atteint les fonds supérie
2,000 mètres, que l'on conserve jusqu'aux approches
côte d'Afrique.

A Almeria, le golfe offre dans toute son étendue, d
la ville jusqu'au cap de Gate, une plage de sable où
terrissement serait aisé. Les sondages et les rensei
ments pris sur les lieux indiquent que le fond est
partout. On pourrait au besoin atterrir près du ca
Gate, de façon à diminuer la longueur du câble. Si
venait aboutir près de la ville, il faudrait rester un p
l'est pour éviter les navires qui, dans la belle sai
mouillent un peu partout devant Almeria.

Tout le long de la côte d'Afrique, aux environs d'O
existe un fond de gravier et de madrépores exploré c
nuellement par les pêcheurs de coraux. Ce ne serait
un danger sérieux pour le câble. La descente rapide
inévitable aussi au moment où l'on approche des gra
profondeurs. Ceci posé, trois plages de sable peuvent
choisies comme points d'atterrissement : la plage Sai
Thérèse, au fond de la baie d'Oran et à l'est de la vi
la côte d'Ain-el-Turk, au nord de Mers-el-Kebir, e
plage des Andalous, plus à l'ouest encore. Chacun de
points a été examiné en détail.

A la suite de ce voyage d'exploration, on adopta déf
tivement le tracé d'Oran à Carthagène, avec atterri
ment sur la plage d'Ain-el-Turk en Afrique, et à l'*A
meca Chica* sur la côte d'Espagne.

Journal des opérations de pose. — Le 31 décembre, à 4 heures du soir, l'*Eclaireur* part de Port-Vendres pour Carthagène, où il arrive le 5 janvier, à 8 heures du matin. On s'occupe immédiatement du tracé de la ligne aérienne qui doit relier le bureau à l'atterrissement, de la construction d'une maisonnette au point où abordera le conducteur, et on fait creuser la tranchée qui doit la réunir à la mer.

Le 7 janvier, à 8 heures du matin, le *Dix-Décembre*, venant d'Angleterre avec le câble à bord, arrive sur rade; on remonte les machines. M. Siemens se décide à commencer la pose par Oran.

Le 9 janvier, à 4 heures du soir, l'*Eclaireur* et le *Dix-Décembre* font route pour la côte d'Afrique; ils mouillent à Mers-el-Kebir le 10, à 7 heures 1/2 du matin. On ne fait rien pendant la journée, les ouvriers anglais refusant de travailler le dimanche.

Le 11, le temps est mauvais; on complète l'installation des machines.

Le 12, à 1 heure 1/2 du soir, la mer étant calme, on part pour Ain-el-Turk, point d'atterrissement. Le *Dix-Décembre* mouille à 500 mètres de la côte. A 5 heures, l'extrémité du gros câble est à terre; on en commence l'immersion. A 6 heures, on arrive sans s'en douter, au bout du conducteur à forte armature; il échappe et tombe à la mer. A 6 heures 1/2, on rentre à Mers-el-Kebir.

Le 13, à 7 heures du matin, on retourne au point d'atterrissement, en emmenant une chaloupe à daviers; vers midi on parvient à la placer sous le câble, qu'on a dragué à 80 ou 100 mètres de la côte. Le *Dix-Décembre* donne la remorque. Quelques fils de l'armature se brisent, on fait des ligatures. A 1 heure 1/2, un nouveau fil casse et forme chevelure à l'avant de l'embarcation; on doit être à 200 ou 250 mètres de l'extrémité. La profondeur étant de

76 mètres, l'entrepreneur est autorisé, sur sa deman
à faire la jonction du gros câble avec celui de moye
dimension. A 3 heures 1/2 du soir, on commence l'é
sure; elle est terminée à minuit. On passe la nuit
place et l'on fixe le départ au lendemain à 6 heures
à moins d'un changement de temps.

Le 14, à 7 heures du matin, la mer est calme ; ma
pleut par petite brise d'ouest. Il est à craindre que le
ne fraîchisse et l'on se décide à attendre que le temp
fasse. A 9 heures, le temps s'embellit. A 2 heures 10
nutes, une bouée est placée sur l'extrémité du gros câ
à 2 heures 35 minutes on part doucement en filant
main le câble de moyenne dimension. L'*Eclaireur* do
la route. A 2 heures 38 minutes, le câble sort de la g
de la poulie arrière, parce que le bateau, marchant à
tite vitesse, est drossé par les courants; on parvient a
quelques instants à remettre le conducteur en place.
marche jusqu'à 4 heures 25 minutes, avec une vitesse
riable de 3 à 4 nœuds. A ce moment un des galets sur
quels roule la bobine s'échauffe par suite du déplacem
de certaines pièces. On s'arrête pour réparer ; un filin
attaché au câble, en prévision d'une rupture. A 5 he
15 minutes, on repart très-doucement, puis on prend
vitesse de 3 à 4 nœuds. A 6 heures 35 minutes, aprè
moment d'arrêt rendu nécessaire par un dérangem
dans la bobine, on repart et le câble se brise. On rev
au mouillage de Mers-el-Kebir.

M. de Vougy, directeur général des lignes télégra
ques, qui avait assisté à toutes ces opérations, repart e
moment pour la France, en passant par l'Espagne.

Le 15, à 9 heures du matin, on se rend sur la b
laissée la veille à l'extrémité du gros câble ; on l'amè
bord, puis on coupe le conducteur. A 4 heures du soi

relèvement commence. Le câble vient à tribord, sous un angle très-prononcé ; pendant 20 minutes environ l'opération marche bien, mais la tension devient bientôt considérable ; on stope, on marche en arrière et on repart doucement. Le bateau fait à ce moment un angle de 85° avec la direction suivie la veille, et à 5 heures 30 minutes le câble se brise. L'examen de l'extrémité qui arrive à bord fait reconnaître que la rupture est due à un arrêt sur une roche ou un corail. Il a été relevé environ 2 milles du conducteur. La sonde, jetée au point où le bateau est arrêté, indique un fond de 110 mètres. On rentre à Mers-el-Kebir.

M. Siemens renonçant à poser le câble avec la bobine, on se met à dérouler le conducteur pour le lover dans la cuve de l'avant. Il n'y avait pas six heures que cette opération était commencée, que les galets, profondément usés sur leur circonférence, s'écaillent et laissent tomber des éclats. Le frottement devient énorme, et l'on est obligé de s'arrêter. Après quelques réparations, on réussit à dérouler 47 kilomètres, mais la rotation de la bobine devient alors impossible. Il faut la soulever avec des crics pour la faire reposer uniquement sur son axe et empêcher le contact avec les galets qui ne peuvent plus rouler. Le lovage total du câble ne put être terminé que le 27 janvier.

Du 20 au 25, les canots avaient dragué sans succès pour retrouver le câble immergé le 14. On le saisit enfin par 200 mètres, on le relève avec un chaland jusqu'à 1.000 mètres de profondeur, sur une longueur de 3 kilomètres environ. Le relevage devenant très-pénible à bras d'hommes, le *Dix-Décembre* prend le câble à l'arrière et continue l'opération avec la petite machine ; mais à peine a-t-on fait 500 mètres, que le conducteur se brise. On rentre au mouillage de Mers-el-Kebir.

Le 28 janvier, le *Dix-Décembre* appareille à 7 heure du matin pour se rendre à Ain-el-Turk et recommencer l pose. L'état électrique du conducteur, entièrement lov dans la cuve, a été reconnu bon. On a démonté les machines inutiles et complété l'installation pour la pose. A midi, la soudure avec le câble d'atterrissement est terminée. On part avec une vitesse de 3 à 4 nœuds, l'*Eclaireur* donnant la route. Le temps est beau, avec une bris légère du sud-est. La vitesse du bâtiment augmente progressivement, atteint et dépasse même un peu 6 nœuds. A 7 heures 25 minutes du soir, le câble se rompt. Le dynamomètre accusait une tension de 300 kilogrammes environ, et l'angle d'immersion était de 18 à 20 degrés. M. Siemens déclare qu'il ne reste plus assez de câble pour recommencer l'opération, et, n'ayant pas l'intention d'effectuer le relèvement, il demande à faire route pour Carthagène. Les deux bâtiments arrivent sur cette rade le lendemain à 8 heures 1/2 du matin.

Au point de rupture du câble, les bouts de chanvre avaient, sur une longueur d'un centimètre environ, une coloration plus brune, semblable à un commencement de carbonisation. Quelques brins étaient coupés nets comme avec un instrument tranchant ; d'autres, plus étirés, présentaient assez bien l'aspect de fils désagrégés par un effort violent. Il est possible que ce fut le lieu d'une soudure où le chanvre aurait été terni par les mains et les outils de l'ouvrier, lors de la confection. On a émis aussi l'avis que quelques gouttes d'acide tombées sur le chanvre auraient pu le corroder à cet endroit. La tension du câble, assez considérable au moment de l'accident, semble suffisante pour expliquer la rupture, sans qu'il y eût une détérioration locale.

Dispositions prises pour l'établissement des communica-

tions entre les bureaux et les points d'atterrissement. — Il parut inutile de faire une ligne souterraine pour relier le bureau de Carthagène à l'extrémité du câble. Ce genre de communication est une source constante de dérangements auxquels il était désirable de se soustraire. Voici les dispositions qui furent adoptées : Deux fils étaient placés sur les poteaux, entre la ville et le bord de la mer ; le fil supérieur, communiquant avec la terre à ses deux extrémités et à chaque appui, protégeait le fil relié au câble. Entre le conducteur aérien et le câble devaient être placés des paratonnerres à pointes mobiles et à plaque. De plus, M. Siemens eut la pensée de mettre à la sortie des paratonnerres une couronne de fil recouvert d'une simple couche de gutta-percha et plongeant dans l'eau de la tranchée. Il est évident que l'électricité atmosphérique, ne trouvant dans ce petit fil que la résistance d'une simple couche de matière isolante, aurait brisé cette résistance et se serait perdue à la terre avant de percer la triple couche qui enveloppe le fil sous-marin.

En Algérie, l'intention de l'inspecteur chef du service d'Afrique avait été d'établir le poste de dépôt à l'atterrissement d'Ain-el-Turk ; mais le directeur général estima qu'il était plus naturel de faire déposer les dépêches à Oran même. Le fil communiquant avec le câble serait entré dans le bureau de Mers-el-Kebir et aurait été muni de paratonnerres à pointes mobiles et à fil préservateur. De ce bureau jusqu'à l'atterrissement on aurait pris toutes les précautions indiquées pour Carthagène.

Machines employées pour la pose. — Afin de se soustraire aux inconvénients connus du système généralement adopté pour la pose des câbles : formation possible des coques et passage rapide de la plus grande spire à la plus petite, inconvénients qui lui paraissaient plus dangereux

encore avec le modèle de câble qu'il avait adopté, M. Si
mens a repris l'idée déjà fort ancienne de la bobine, e
tâchant de la compléter par des dispositions particulière
A-t-il réussi? Telle est la question qu'il était intéressa
d'examiner avec soin.

Le câble est enroulé sur un grand tambour légèreme
conique, à axe vertical. Deux plateaux sont placés e
haut et en bas, et font corps avec lui. Sous le plateau i
férieur est placé un rail circulaire qui s'appuie sur d
galets en fonte supportés par un autre rail circulaire
même diamètre. Un arbre vertical en bois, de forte d
mension, traverse le tambour; son extrémité inférieur
enveloppée d'un manchon en cuivre, tourne dans un cy
lindre creux en fonte, et sa partie supérieure porte un a
en fer qui s'emboîte dans un gros madrier. Au-dessous
cet axe est une roue dentée qui, par l'intermédiaire
rouages et de courroies, est commandée par la petite m
chine à vapeur, en sorte que la bobine peut tourner
gauche à droite et de droite à gauche.

On pouvait reprocher d'avance à ce système une gran
complication de mouvements et quelques négligenc
dans l'exécution. Il était à craindre, au milieu de cet
profusion de roues et de courroies, qu'une seule piè
venant à manquer n'entraînât forcément des acciden
graves. Cette opinion, émise *à priori*, fut malheureus
ment justifiée par les événements. Les inconvénients
cette machinerie ont paru tels, qu'il est douteux qu'e
apportant à la construction toutes les améliorations do
elle est susceptible on parvienne jamais à la rendre appl
cable. En voici les motifs :

Dans le mode employé communément pour la pose d
câbles, si le dynamomètre indique une tension trop co
sidérable du conducteur immergé, on desserre les frein

et le câble se déroule plus rapidement, sans éprouver dans la cuve aucune résistance; les spires se soulèvent plus vite. Dans le système actuel, si la tension augmente, on tâche bien de donner immédiatement plus de rapidité au déroulement de la bobine, mais la transmission du mouvement ne se fait pas avec assez de vitesse, et le conducteur se trouve avoir à donner lui-même une certaine accélération à une masse pesant 60,000 kilogrammes. L'accroissement de tension qui en résulte, et qu'il est impossible d'apprécier d'une manière exacte, peut produire la rupture. C'est ce qui a eu lieu dans l'opération dont il s'agit ici.

Indépendamment de cette cause de dérangement inhérente au principe même de la machine, il en était d'autres qui tenaient aux vices de construction. Les écrous qui servaient d'arrêt aux galets n'étaient pas maintenus; dans le mouvement rapide de la bobine, ils se sont serrés sur les galets. Il en est résulté un frottement considérable, et, par suite, un échauffement qui a motivé un arrêt de quarante minutes.

En voulant régler d'une manière trop absolue la relation entre la longueur du câble immergé et la distance parcourue, on eut le tort de croire à la précision mathématique d'instruments qui ne peuvent donner qu'une assez médiocre approximation. Le conducteur ne formait qu'un angle de 10 degrés avec l'horizon. On avait augmenté le poids du frein, parce que la comparaison entre le compteur et le loch semblait indiquer une perte de 20 pour 100; si cela eût été vrai, il n'y aurait pas eu assez de câble pour aller jusqu'à Carthagène; de là la nécessité d'augmenter la tension pour en perdre moins. Cette perte était invraisemblable, et, vérification faite, il s'est trouvé que la perte n'était pas même de 5 pour 100, quoique la pente du terrain eût entraîné, sur une partie du parcours,

une augmentation de longueur de 4 pour 100. Le loch, qu'on jetait à chaque instant, ne pouvait donner des indications précises, et c'était une faute que d'en faire dépendre la tension du câble. On doit procéder d'une manière inverse. Il faut déterminer d'avance la tension qu'on croit pouvoir faire supporter au conducteur ; et, quand, pour des raisons qu'il est impossible d'apprécier et qui dépendent de la force des courants, de la déclivité du sol, etc., le câble a une tendance à dépasser cette limite, il faut desserrer les freins et lui rendre la main, pour ainsi dire, sans se préoccuper de la perte, parce que le plus important est d'éviter une rupture. L'entrepreneur n'avait apporté à Oran que 253 kilomètres de câble, ce qui était insuffisant pour franchir la distance avec une perte de 20 pour 100. Cette tendance à n'embarquer qu'une longueur trop courte de conducteur se retrouve toujours, et les leçons du passé semblent perdues pour l'avenir. Dans toutes les poses de câble exécutées pour l'administration française, sauf sur la ligne de Corse, où le temps fut d'une sérénité exceptionnelle, le même défaut a été constaté.

Au point de vue marin, la bobine verticale offre certains dangers. Dans la traversée, par de violents coups de mer, les épontilles se sont détachées deux fois. Il fallut changer de route et venir debout à la lame pour qu'on pût les remettre en place. Si l'axe ou les galets s'étaient brisés à un moment de fort roulis, la chute de la bobine, pesant 60 à 80 tonnes, aurait pu causer les plus graves accidents. Que l'on fût surpris par un coup de vent pendant une pose, il faudrait couper le câble et épontiller, sous peine de s'exposer à de sérieux périls. De plus, on ne peut passer sans arrêt d'une bobine à l'autre, et, si l'on ne pouvait placer le câble entier sur une seule bobine, il faudrait faire une soudure en pleine mer.

Un système de bobines horizontales serait-il plus pratique? C'est peu probable, et il offrirait même peut-être plus d'inconvénients. Tout le poids porterait sur les extrémités de l'axe et sur les supports. Qu'un tourillon se brise, tout tombe. Il faudrait que les joues de la bobine eussent une résistance considérable pour supporter la masse du câble qui pèserait sur elles dans les mouvements de roulis du navire. De plus, les spires s'affaisseraient et, par l'effet d'une rotation longtemps prolongée, se chevaucheraient mutuellement, en produisant un désordre inextricable. Ce fait s'est produit dans la pose d'un câble en Italie.

Il vaut mieux, sans contredit, s'en tenir à l'ancienne méthode de pose, qui est d'une grande simplicité et dont les inconvénients peuvent être atténués. La formation des coques, qui n'est, du reste, dangereuse qu'avec un câble à armature en fer, pourrait être rendue presque inoffensive par le procédé suivant. Admettons que, dans la plus grande vitesse de pose, on parcourre un espace de 200 mètres, depuis le moment où l'ordre de stoper a été donné jusqu'à ce que le mécanicien ait fait machine en arrière : pour empêcher que la coque formée dans la cale ne tombe à l'eau, il suffira que le câble soit allongé sur le pont d'une longueur un peu plus grande au moyen de tambours et de renvois de mouvement. Cela n'offre aucune difficulté. Quant au second inconvénient, qui consiste à passer subitement de la plus grande spire de lovage à la plus petite, on peut en diminuer sensiblement la gravité en augmentant le diamètre du cône intérieur. Toutes ces questions sont à l'étude, et la pratique conduira, sinon très-vite, au moins sûrement, à des améliorations.

M. Siemens a essayé une méthode nouvelle pour relever le conducteur brisé. Ordinairement on prend le câble par l'avant du navire. La machine à vapeur faisant tour-

ner la grande roue de pose en sens inverse, on rappelle le câble dans les cuves, en se halant sur lui. Ici on a relevé par l'arrière en faisant marcher le bateau dans la direction connue de la pose. Théoriquement, il y a du bon dans ce procédé. Il est évident que le câble relevé ainsi supporte moins de tension. Il n'a pas à couper les couches d'eau supérieures et à soulever de la vase sur une grande longueur ; mais il y a une immense difficulté à diriger un navire qui marche à petite vitesse ; il est drossé par les courants, il dérive sous le vent et ne peut être remis dans la direction première qu'en décrivant rapidement un cercle à grand rayon. La rupture du câble dans le relèvement, par 110 mètres de fond, n'est due qu'à ces causes. L'axe du bateau faisait un angle de 85 degrés avec la ligne de la pose. On a donc traîné le câble sur le fond, et il se sera accroché à un rocher qui l'aura fait rompre. Malgré cet insuccès, le procédé dont il s'agit pourrait être avantageusement appliqué dans certains cas particuliers où les circonstances seraient plus favorables.

II

Ligne d'Otrante à Avlona. — Nous apprenons par voie télégraphique et par l'inspecteur chef de l'administration des télégraphes italiens, que le câble est actuellement à Brindisi et qu'on n'attend que le beau temps pour commencer l'immersion. (*Malta Times.*)

Ligne de Tunisie. — On dit que le gouvernement italien a l'intention de faire poser un câble télégraphique entre Marsala et Tunis. Cela aurait pour effet de mettre Malte en communication presque directe avec cette régence et l'Algérie. (*Malta-Times.*)

Ligne de Malte à Alexandrie. — Le vapeur à hélice *Fanny-Lambert,* de 536 tonneaux, capitaine J. Christophe, est arrivé à Malte le 4 février, en treize jours de Londres, pour la répara-

tion du câble de Malte à Alexandrie. Après que toutes les machines nécessaires à l'opération eurent été installées, il fallut attendre le beau temps. Ce bâtiment sortit une première fois pour se rendre à Tolmeitah, lieu présumé de l'interruption; mais le mauvais temps le fit rentrer à Malte. Il repartit bientôt après pour la côte d'Afrique. La communication télégraphique entre Malte et Alexandrie a été rétablie le 18 mars, à huit heures du soir. La rupture s'était produite le 13 janvier, à midi.

Ligne de l'Inde. — Sur la côte de Mekran, à 250 milles à l'ouest de Kurrachee, la péninsule de Ras Noo est jointe au continent par une langue de terre étroite et sablonneuse où apparaît la petite ville de Gwadur, bâtie de terre et de paille. Elle est habitée par les Beloutches, sujets de l'iman de Mascate qui y est représenté par un gouverneur arabe. Au nord de Gwadur, les montagnes de schiste friable s'élèvent de plus en plus en présentant l'aspect de châteaux en ruine. A l'ouest s'étend une baie circulaire, de 9 à 10 milles de large, avec un bon fonds de sable, admirablement disposé pour recevoir un câble sous-marin. C'est là qu'atterrit la première section de la ligne de l'Inde. Du côté de Kurrachee, la ligne terrestre est déjà terminée et fonctionne, au grand étonnement des natifs et des chefs indigènes, qui viennent d'Hérat à Gwadur avec leurs serviteurs pour assister à ce merveilleux spectacle.

Dans la soirée du 4 février, tous les bateaux à vapeur et les navires porteurs étant réunis au rendez-vous assigné, on fit l'atterrissement du gros câble et l'on mit le cap à l'ouest sur Mussendom. La *Victoria* était mouillée à quelques milles au large pour marquer l'emplacement d'un mauvais fonds que le câble devait éviter. Le *Coromandel,* avec le colonel Stewart à bord, faisait la route. Ensuite venait la *Zenobia,* remorquant le *Kirkham.* Sir Charles Bright présidait sur ce dernier bâtiment aux essais électriques et à l'immersion. On filait environ cinq nœuds. Le 5 au soir, on avait immergé 75 milles et, le lendemain, à dix heures et demie du matin, les 187 milles chargés sur le *Kirkham* étaient épuisés. La flottille mit à l'ancre par 25° 19′ de latitude

nord et 59° 9′ de longitude orientale, au large du Ras Mundanny, petite pointe de terre marécageuse située entre le Ras-Tank et le Ras-Zegin.

Dans la soirée du 7, le joint ayant été fait entre l'extrémité à la mer et le câble embarqué sur le *Marian-Moore*, l'expédition se remit en route. Le *Kirkham* retournait à Bombay, remorqué par la *Semiramis*. A neuf heures trente minutes du matin, le 8, on jeta l'ancre au large du Ras-Jask, à l'entrée du golfe Persique. 268 milles étaient immergés et l'on attendait le jour pour atterrir sur la côte d'Arabie. Le 9, vers midi, après avoir filé 357 milles de câble, le *Marian-Moore* mouillait près du point d'atterrissement dans la baie de Malcolm, petite anse sablonneuse de 10 milles de long, entourée de montagnes escarpées et stériles. C'est à 15 milles environ du cap Mussendom qui donne son nom au pays environnant. L'atterrissement fut fait le 15, les journées précédentes ayant été consacrées à établir une petite ligne terrestre et à dresser les tentes pour l'installation des employés. Le 14, le *Marian-Moore* était reparti pour Bombay, remorqué par la *Zenobia*, avec les électriciens et les ingénieurs qui devaient revenir sur la *Tweed* et l'*Assaye*.

On ne pouvait espérer un succès plus complet. Le câble immergé est dans un état électrique parfait et n'a souffert aucun accident. Si les autres opérations réussissent aussi bien, la ligne de l'Inde sera bientôt achevée. (*Times*.)

Les journaux ont annoncé que les dernières sections du câble ont été immergées avec le même succès que la première.

On a établi sur l'isthme une station provisoire en attendant que le poste définitif de Khasab, à 10 milles de l'entrée de la baie d'Elphinstone, fût tout à fait installé. Le colonel Disbrowe, délégué politique près de l'iman de Mascate, sur le territoire duquel la station se trouve, arriva peu de jours après avec une compagnie de la garde de l'iman. Le colonel Goldsmid vint aussi sur le *Scinde*, accompagné de la canonnière *Clyde* qui restera dans la baie jusqu'à ce que les employés soient complétement installés.

Il n'y a eu rien de remarquable à signaler pendant l'opération

de pose, qui a été aussi heureuse que possible. La machinerie a toujours bien fonctionné et les essais électriques n'ont révélé aucune irrégularité ; l'isolement du conducteur s'améliorait peu à peu pendant l'immersion, comme cela arrive toujours quand il ne survient aucun accident grave. L'enveloppe de bitume et de chanvre, qui protége les fils extérieurs contre l'oxydation, a aussi l'avantage de rendre le câble moins sujet aux *coques*. Elle empêche en outre la rupture des fils extérieurs, danger bien connu de ceux qui sont familiers avec une opération de ce genre. En somme, tout a bien réussi. On espère un pareil succès pour les sections de Mussendom à Bushire et à Fao, petite ville au fond du golfe Persique, où la ligne sous-marine se relie à la ligne terrestre de Bassorah.

Une ligne terrestre a été construite, on s'en souvient, entre Kurrachee et Gwadur ; mais les tribus de la montagne ayant montré quelque irritation, le colonel Stewart s'est décidé à prolonger le câble le long de la côte jusqu'à l'entrée du golfe de Kurrachee. Le trafic de la ligne de l'Inde sera d'une telle importance, qu'il ne faut négliger rien pour en assurer la sécurité. (*Electrician.*)

BULLETIN ET CHRONIQUE.

Exhaussement des fils sur les lignes aériennes. — **Lorsq**
est conduit à augmenter le nombre des fils d'une section
construite, on se voit forcé le plus souvent de remplacer par
appuis plus hauts les poteaux d'exhaussement généralen
plantés à proximité des passages de route ou des passages à
veau des voies ferrées. Frappé de la dépense considérable qu
casionnent les poteaux de dimensions exceptionnelles et aussi
ralentissement que le remplacement des appuis de ce genre
porte à la marche d'un atelier de pose des fils supplémentai
j'ai proposé à l'administration, en août 1862, de conserver
poteaux, quelle que soit l'insuffisance de leur hauteur, et de
armer de traverses horizontales sur lesquelles on étale les fil
éventail ou en berceau.

Le directeur général voulut bien m'autoriser à mettre à l'es
dans le département du Haut-Rhin, le moyen proposé : auj
d'hui, avec la sanction d'une expérience de dix-huit mois, je c
devoir rendre compte de cette tentative. Une dizaine de pass
de route ou traversées de voies de garages ont été pourvu
ces pièces horizontales, et la ligne s'est constamment bien c
portée en ces divers points; aucun mélange ni rupture n'ont
constatés à proximité depuis la pose.

Les supports employés sont des cloches-arrêts scellées sur
tiges droites d'un centimètre de diamètre, terminées en vis à l
et garnies d'un collet qui permet de les manœuvrer avec la
commune; les deux traverses (l'une horizontale et l'autre
croix pour maintenir la première) proviennent de poteaux

rebut brisés ou partiellement pourris ; elles ont 3 mètres de longueur environ et portent de douze à quinze fils, elles sont percées à la tarière et assemblées sur le poteau, sans entaille aucune, à l'aide de trois boulons de 25 à 30 centimètres.

Le travail est fait en quelques heures par deux surveillants, sans le secours d'aucun ouvrier ou outillage étranger, si ce n'est la tarière.

En cas de rupture d'une cloche, le fil tombe sur la traverse et l'isolement n'en est pas sensiblement troublé. Quant à la dépense, elle peut à peine être comptée, puisqu'on ne tire guère parti des bouts de poteaux inférieurs à 5 ou 6 mètres, et que les boulons pourraient être fournis en gros, à un prix qui ne dépasserait pas 50 à 60 centimes la pièce.

L'application du système peut d'ailleurs être restreinte aux seuls fils inférieurs qui seraient trouvés trop bas : au lieu de placer la traverse horizontale au haut du poteau, on la fixe à la hauteur réglementaire prescrite pour le passage des voitures ; les fils supérieurs restent dans le plan vertical, comme de coutume, les inférieurs seuls sont disposés en éventail sur la potence.

L. Brisson.

Turquie. — Constantinople, 15 décembre. — Les télégraphes prennent un grand développement ; ces jours derniers, un câble destiné à relier télégraphiquement la côte d'Asie à celle d'Europe a été immergé ; mais, malgré les précautions prises par les ingénieurs chargés de ce travail, une première pose n'a pu complétement réussir, à cause de la rapidité du courant. On a dû le relever et le rejeter de nouveau le lendemain ; cette ligne télégraphique reliera Beyrouth à Paris et à Londres. Des bouées seront placées à l'endroit ou le câble a été immergé, afin de le signaler aux navigateurs.

De Bagdad, la ligne télégraphique se prolongera jusqu'à Hano-Khan, sur la frontière persane, d'où elle sera continuée aux frais du shah jusqu'à Téhéran, en vertu d'une convention télégraphi-

que passée entre les deux gouvernements, sur les bases de celle d
Bruxelles. On pense que la ligne sera ouverte dans quatre moi:

En outre, le gouvernement persan a mis à l'étude le plan d tout un réseau télégraphique qui doit être construit; les ingénieu sont déjà arrivés à Téhéran. Quatre lignes mettront la capita en communication avec la Turquie, la Russie, le golfe Persiq et les Indes. La première, partant de Téhéran, passera par E batane et Kermauchah et ira se relier à Hano-Khan, sur la fro tière turque au réseau télégraphique ottoman. La deuxième lig touchera à Koum, Kachan, Ispahan, Gumouchéh, Chiraz, Ko dahan, Kamareich, et ira aboutir à Bender-Bouchir, sur le gol Persique, qui doit communiquer, comme on sait, avec Kurrache au moyen d'un câble sous-marin et d'un fil aérien établi sur littoral. La troisième ligne reliera Téhéran avec les provinc russes transcaucasiennes; elle passera par Kasvin, Recht, Ze gan-Mianeh et Tébriz. Enfin le gouvernement persan est sur point de conclure pour cinq ans avec le gouvernement angl une convention pour l'établissement d'une communication tél graphique entre Téhéran et le Punjaub, par la voie de Damga Semeran, Micha-Zabour, Méched et du Khorassan.

(*Moniteur*, 1er janvier.)

Amérique. — On lit dans le message du président Linco au congrès des Etats-Unis, en date du 8 décembre:

« Des arrangements satisfaisants ont été faits avec l'empere de Russie; il y a lieu de croire qu'il en résultera l'établisseme d'une ligne télégraphique non interrompue entre cet empire et côte du Pacifique. Je recommande à votre considération l'établ sement d'un télégraphe international à travers l'Atlantique aussi l'établissement d'un télégraphe entre la capitale et les fo nationaux, sur la côte et sur les bords du golfe du Mexique. telles communications seront économiques autant qu'utiles à diplomatie, à la marine et à l'armée. »

Russie. — Le bureau sibérien d'Irkutsk vient d'être ouvert à la télégraphie privée. Cette ville, située près du lac Baikal et bien plus rapprochée de la Chine que de l'Europe, est à peu près à 6,000 kilomètres de Saint-Pétersbourg, et les lettres mettent vingt-quatre jours pour y arriver. La taxe des dépêches adressées de France à Irkutsk est de 42 francs, à partir de la frontière franco-allemande.

Angleterre. — La Compagnie du télégraphe magnétique annonce, dans ses circulaires et prospectus, qu'elle établit, au prix de 1,250 francs, pour tout particulier qui en fait la demande, une ligne télégraphique complète d'un mille de longueur, avec les instruments de transmission et de réception aux deux extrémités. Pour une distance plus grande le prix augmente très-peu. La Compagnie se charge de l'entretien à raison de 150 francs par an.

Poste pneumatique à Berlin. — Berlin a imité l'exemple que lui avait donné Londres. Le *Mechanics' Magazine* nous apprend que des tubes pneumatiques y ont été posés, entre l'office central de télégraphie, la Bourse, les stations de chemin de fer et différents autres édifices. Deux machines à vapeur fonctionnent aux extrémités de chaque tube, l'une pour condenser, l'autre pour raréfier l'air.

Lumière électrique. — Le *Moniteur* prévient les navigateurs que le phare sud du cap de la Hève, près du Havre, est éclairé à la lumière électrique depuis le 26 décembre. Ce feu est plus brillant et plus blanc que l'autre, et sera vu à plus grande distance toutes les fois que l'atmosphère sera embrumée.

Nécrologie. — M. John Watkins Brett est mort le 3 décembre 1863, à l'âge de cinquante-huit ans. Il fut le créateur de la pre-

mière ligne de télégraphie sous-marine entre Douvres et Calais prit une part active à d'autres opérations du même genre. Il f notamment l'un des fondateurs de la Compagnie transatlantiq et de la Compagnie qui entreprit, en 1853, de réunir l'Algérie l'Europe, par la Corse et la Sardaigne.

Tarifs italiens. — La *Gazette officielle du royaume* pub un décret royal du 28 janvier, portant :

Art. 1er. Le tarif pour les correspondances télégraphiqu dans l'intérieur de l'Etat, approuvé par notre décret du 17 av 1859, à partir du 15 mars prochain, est modifié comme suit :

Art. 2. Il est établi qu'une dépêche simple se compose vingt mots.

Art. 3. La taxe d'une dépêche simple dans les confins royaume est fixée à 1 fr. 40 c. pour une distance non inf rieure à 100 kilomètres, et à 2 fr. 20 c. pour toute autre d tance.

Art. 4. Pour les dépêches de plus de vingt mots, la ta sera augmentée de la moitié pour toute dizaine ou fraction dizaine de mots.

Art. 5. Notre ministre des travaux publics est autorisé ouvrir des négociations avec les administrations télégraphiqu des Etats limitrophes pour le règlement des tarifs internationau

Art. 6. Rien n'est changé à ce qui concerne les taxes po les dépêches de simple passage de l'une à l'autre des frontièr du royaume.

Art. 7. — Sont maintenues en vigueur les dispositions co tenues dans le règlement approuvé par notre décret du 17 févr 1859, en tant qu'il n'y est pas dérogé par le présent.

(*Moniteur*, 24 février.)

Colonie du Cap. — Une ligne télégraphique, d'envir 1,000 kilomètres de longueur, vient d'être livrée à la correspo dance privée entre Cap-Town et Graham's-Town, avec statio

intermédiaires à Mossel-Bay, Port-Elizabeth et autres villes. Ces travaux ont été exécutés par MM. Siemens et Halske, avec l'aide d'un subside accordé par le gouvernement colonial. Le fil conducteur est du n° 6. Les appareils de transmission sont du système Morse, modifié par les entrepreneurs.

Jurisprudence. — Le tribunal des *Common Pleas* de Saint-Louis vient de rendre une décision importante en matière de responsabilité télégraphique. Le plaignant, John Wann, avait reçu de New-York, par le télégraphe, le 18 septembre, un message ainsi conçu : « Devons-nous envoyer le sel par steamer ou par voilier (*by sail*) sur le lac ? » Il répondit le lendemain : « Envoyez par voilier (*ship by sail*). » Mais le télégraphe a fait ce qu'en typographie on appelle une coquille. Au lieu de *sail*, il a écrit *rail* (*ship by rail*) : envoyez par le chemin de fer ; de sorte que le sel a coûté de transport 1,024 dollars de plus qu'il n'aurait dû payer par les bateaux.

La Compagnie du télégraphe a établi que les notes préparées pour recevoir les dépêches contenaient l'avis imprimé qu'elle n'était pas responsable des erreurs qu'elle pouvait commettre, à moins que le message ne fût répété, moyennant un supplément de moitié prix. Mais le tribunal ne s'est pas arrêté à cette considération et a fait observer au jury que les défendeurs n'avaient pas d'autre qualité que celle de tous autres entrepreneurs de transports, et qu'ils n'étaient pas autorisés, même moyennant avis préalable, à éluder la loi qui les rend responsables en cas de négligence ou d'incurie dans la transmission d'un message. La seule question posée au jury a été, en conséquence, de déterminer s'il y avait eu négligence ou incurie de la part de la Compagnie. Le jury ayant répondu affirmativement, celle-ci a été condamnée à payer l'indemnité réclamée, principal et intérêts.

(*Courrier des Etats-Unis.*)

Séance du Sénat du 2 mars 1864. — Rapport de M. Huber Delisle *sur une pétition relative à la télégraphie privée.* — (N° 611.) — Les sieurs Moricet et Barbin, à Saumur (Maine-et-Loire), demandent que l'Etat soit déclaré responsable des erreurs commises par les employés de la télégraphie privée dans la transmission des dépêches.

Ils citent à l'appui de leur réclamation des erreurs dans chiffres transmis et qui auraient conduit à de grandes pertes si ordres avaient concerné de grandes quantités de marchandises.

Les pétitionnaires ne cherchent pas à faire résulter de la loi 29 novembre 1850 et par voie d'interprétation une responsabil contre l'Etat par suite de l'erreur des agents du télégraphe ; n ils sollicitent l'appui du Sénat pour déterminer l'initiative du g vernement en faveur d'une nouvelle législation destinée à ren le Trésor garant vis-à-vis des particuliers pour des substituti involontaires de chiffres ou de lettres de la part des employés.

Votre commission, messieurs les sénateurs, désire ardemm que la plus grande régularité et la plus rigoureuse exactitude gnent dans un service qui chaque jour acquiert plus d'importan et elle ne doute pas que l'administration ne fasse de consta efforts pour donner toute garantie au public, mais elle ne p suivre les pétitionnaires dans les vœux qu'ils forment en fav d'une responsabilité que l'Etat assumerait sur lui pour les fau commises par les employés subalternes de notre nouveau mode correspondance électrique.

Oui, sans doute, le devoir impérieux de tout gouvernement de donner à la société dont il dirige les grands intérêts la p ample somme possible de prospérité et de bien-être, par des gislations qui facilitent les communications, abrégent les d tances, ouvrent la plus grande liberté d'action aux intérêts de to enfin accordent à l'activité humaine toute la rapidité et la féc dité qu'elle peut comporter. C'est ainsi que l'accélération, la f quence et la sécurité des relations ont été l'objet des études et la sollicitude permanente des administrateurs de tous les temp de tous les pays..... C'est par l'application des inventions de

science et des efforts des esprits pratiques que nous avons vu se transformer tous les systèmes de viabilité, de transmission postale, que nous sommes arrivés à mettre, au prix de sacrifices considérables et de lourdes subventions, les contrées éloignées en rapports journaliers, par la navigation à vapeur, par l'électricité, qui, au moyen d'un éclair, fera bientôt communiquer ensemble tous les mondes.

Telles sont les facilités accordées par l'Etat à toutes les branches d'industrie, et surtout à celle qui demande le plus de célérité, c'est-à-dire le commerce. C'est donc après avoir réalisé de si notables avantages que le gouvernement prendrait encore à sa charge la responsabilité des erreurs commises par des agents se trouvant non-seulement sur toute la surface de l'empire, mais même sous toutes les zones où peuvent atteindre les dépêches télégraphiques..... Voyez-vous, messieurs les sénateurs, l'établissement d'un budget où l'on devra apprécier ce que coûteront les erreurs, les interversions de nombres, les confusions de chiffres dans les expéditions hâtives des bureaux encombrés de nos villes!... Pour mesurer la portée de ces engagements de l'Etat, il n'y aurait qu'à se faire mettre sous les yeux la multitude de dépêches se croisant en tous sens, se représenter celles qui doivent s'y ajouter par le développement à venir; si surtout la législation sollicitée par deux honorables négociants était adoptée, on serait bien vite effrayé des charges imposées au budget.

Indépendamment de ces circonstances, il y aurait à se demander sur quel principe on appuierait une responsabilité de l'Etat pour les agents du télégraphe? La fera-t-on résulter d'un système général devant appeler sa garantie pour tous ses fonctionnaires soit dans l'ordre administratif, soit dans l'ordre judiciaire, etc., etc.? Ou bien assimilera-t-on le télégraphe à la poste? Enfin faudra-t-il faire un système spécial avec des cautionnements obligatoires pour les employés de la télégraphie?

Vous apercevez, messieurs les sénateurs, les problèmes que soulèverait un simple renvoi, et cela sans utilité pratique et avec des périls pour le Trésor.

Ainsi que nous avons eu l'honneur de le dire, votre commission comprend que l'Etat doit constamment améliorer, perfectionner les services importants des transmissions électriques; les particuliers doivent l'y inciter, et les corps constitués pousser énergiquement les administrateurs dans les voies de progrès et d'utiles modifications. Mais ce n'est guère vouloir le progrès que d'accabler de responsabilités pesantes chaque pas fait en avant et toute innovation sérieuse.

Les particuliers, en possession d'un instrument aussi fécond en avantages de toute sorte qu'est la télégraphie, doivent, suivant l'importance et la délicatesse des opérations, employer ou la voie plus rapide du télégraphe, ou celle plus lente et plus explicative de la poste. On peut se fier sur l'intelligence des industries, elles sauront dans la pratique faire fonctionner utilement et sans danger pour elles la puissante ressource du télégramme; des dépêches doubles pourront se servir de contrôle, ou l'emploi de lettres au lieu de chiffres permettrait d'écarter les erreurs; enfin les habitudes et l'expérience seront encore la meilleure législation pour éviter les confusions et les périls des marchés passés au loin.

Votre commission, messieurs les sénateurs, ne peut, pour les inconvénients remédiables d'un mode de transmission universellement apprécié, engager le Sénat dans la voie des conseils toujours dangereux à donner à l'Etat en faveur d'une responsabilité redoutable. Par tous ces motifs, elle me charge de vous prier d'adopter l'ordre du jour sur la pétition de MM. Moricet et Barbin.

(L'ordre du jour a été prononcé.)

Belgique. — Un crédit de 100,000 francs est demandé à la législature pour l'extension des lignes et appareils télégraphiques. C'est le deuxième crédit de ce genre que sollicite le département des travaux publics. En 1862, il en a obtenu un de 325,000 francs qui sera épuisé au mois de juillet prochain et qui a permis de faire plus qu'il n'avait prévu, c'est-à-dire d'établir un plus grand nom-

bre d'appareils et de kilomètres de fils télégraphiques que ceux qu'annonçait l'exposé des motifs produit à cette époque.

Le résultat des travaux accomplis a été l'extension du mouvement télégraphique, extension qui s'est encore développée davantage par la réduction de la taxe des dépêches. De jour en jour l'emploi de ce moyen de communication s'augmente et s'accroît. Pour satisfaire aux exigences du public, pour que le télégraphe garde la supériorité d'une transmission rapide des correspondances, il devient de nécessité urgente de multiplier les appareils et les fils : c'est le seul moyen d'éviter l'encombrement et les retards.

Tels sont les motifs donnés par M. le ministre des travaux publics à l'appui de sa nouvelle demande, et ils nous paraissent péremptoires. Les 100,000 francs qu'il sollicite aujourd'hui recevront l'emploi suivant :

ÉTABLISSEMENT DE FILS SUPPLÉMENTAIRES.

De Bruxelles à Verviers.	139	kilom.
— à Ostende.	124	—
— à Anvers.	44	—
De Namur à Liége.	60	—
Autres sections, au fur et à mesure des besoins.	100	—
Total.	467	kilom.

La dépense présumée par kilomètre étant de 70 francs, ces travaux coûteraient approximativement.	32,690 fr.
On peut évaluer à vingt le nombre d'appareils qui fonctionneront sur ces fils. En estimant, comme précédemment, à 560 francs l'appareil complet avec ses accessoires, la dépense serait de.	11,200
Des chemins de fer concédés seront livrés à l'exploitation dans un avenir prochain ; il est désirable que le gouvernement puisse y organiser des lignes télégraphiques sur le pied des conventions déjà conclues avec d'autres compagnies concessionnaires. Si l'on estime à 150 kilomètres la longueur des lignes	
A reporter. . . .	43,890 fr.

Report. . . . 43,890 fr

télégraphiques à construire dans ces conditions, pendant l'exercice 1864, il semble utile de comprendre dans le crédit à ouvrir une somme calculée à raison de 180 francs par kilomètre, soit. 27,000

Les appareils destinés à ces lignes peuvent être évalués à dix, à 560 francs l'un, soit. 5,600

Enfin il y aurait à réserver, pour l'amélioration d'une partie des appareils à lettres qui fonctionnent dans les stations des chemins de fer de l'Etat, une somme de. 23,510

Total égal au crédit proposé. . 100,000 fr

A ces chiffres, que nous empruntons à l'exposé des motifs qu accompagne le nouveau projet de loi, M. le ministre des travau publics ajoute les explications et les renseignements suivants :

« La somme de 23,510 francs qui complète le crédit spécia proposé servirait à appliquer aux appareils des stations intermé diaires un moteur à aimants substitué aux piles voltaïques, dor l'entretien et le placement donnent lieu à de fréquentes difficulté C'est un essai dont la réussite amènerait de grandes simplificatior dans le service et qui me semble ne pas pouvoir être retardé.

« Les crédits alloués jusqu'à ce jour pour la construction l'extension des lignes et du matériel des télégraphes de l'Etat s'é lèvent en totalité à la somme de. . . . . 1,301,000 fr

« Si l'on y ajoute le crédit proposé. 100,000

le capital de premier établissement s'élèverait à 1,401,000 fr

« Ainsi qu'on l'a fait remarquer déjà, ce capital a été amor successivement, à mesure qu'il a été dépensé, par les excédants d recettes.

« Effectivement, le total des recettes brutes, pour le compte d Trésor, pendant les treize années d'exploitation, s'élève, jusqu'a 31 décembre 1863, à. . . . . 5,087,000 fr

« Le total des dépenses annuelles (personnel et entretien) pendant la même période est de. . . . 2,750,000

« Recettes nettes. . . . 2,337,000 fr

« Si l'on en retranche le capital entier, y compris le crédit proposé. . . . . 1,401,000 fr.
il reste, comme bénéfice net 936,000

« Eu égard à cette situation et considérant que les nouvelles dépenses réclamées par le service des télégraphes sont la conséquence inévitable des mesures que j'ai prises pour développer ce genre de correspondance en le mettant à la portée de tous, je n'hésite pas, messieurs, à réclamer de la législature les moyens d'action dont l'urgence m'est signalée. Le projet de loi ci-annexé doit être considéré comme le complément de la loi de 1862. »

C'est ce qu'ont pensé les sections de la Chambre, qui, ainsi que la section centrale, ont adopté le projet à l'unanimité.

(*Indépendance belge*, 22 mars 1864.)

Prusse. — Cent vingt-six conducteurs télégraphiques partent actuellement de la station centrale télégraphique de Berlin. Le nombre des dépêches remises par jour varie entre 6,000 à 7,000, pour lesquelles on perçoit environ 4,000 thalers. Les télégrammes qui ne font que toucher Berlin, sans s'y arrêter, ne sont pas compris dans le nombre ci-dessus indiqué. (*Gazette de Cologne.*)

Horlogerie électrique. — On lit dans le *Malta Observer* du 22 février : « Nous avons le plaisir d'annoncer l'établissement dans cette ville de plusieurs pendules placées dans de très-belles lanternes et éclairées au gaz pendant la nuit.

« Un grand avantage est déjà offert au public par la présence de ces pendules aux débarcadères, à la Douane, à la Marine, à la porte Marsamuocetto, points où le besoin d'un cadran se faisait souvent et vivement sentir. Nous observons que ces cadrans électriques sont placés à une hauteur convenable pour être facilement vus de tous les passants.

« Une autre pendule a été placée à la Grand'Garde, à une hauteur de 25 pieds ou plus, où elle semble trop petite; mais nous pouvons annoncer que le gouverneur a donné des ordres pour son

déplacement et son installation à 10 ou 12 pieds du sol, où elle ser
certainement plus utile et formera même ornement pour le post
de la Grand'Garde.

« On se propose de placer des pendules électriques semblabl
au palais de justice, au club de l'Union, à la porte Royale, à l
Compagnie péninsulaire et au marché.

« Nous félicitons chaudement M. Rosenbusch du succès qu'
vient d'obtenir, et nous lui souhaitons le même bonheur pour s
futures entreprises. On lui doit une véritable reconnaissan
d'avoir mis en avant sa proposition, si limitée que soit, quant
présent, l'application de l'horlogerie électrique.

« Nous nous proposons de montrer dans un autre article comme
la pendule régulateur placée au palais (construite par la célèb
maison Breguet, de Paris) envoie un courant électrique de minu
en minute, et comment cette étincelle électrique, plus prompte q
la pensée, fait mouvoir les aiguilles de tous ces cadrans.

« Nous sommes heureux d'ajouter que le gouvernement a rée
lement introduit une chose nouvelle, belle et utile, dans notre vill
et nous croyons fermement que le temps n'est pas loin où to
bureau d'affaires et même toute maison particulière à la Valet
recevra du palais son courant électrique qui donnera le mouv
ment à une pendule (qu'on n'a pas besoin de remonter) et qui se
conduite en même temps que des centaines d'autres. »

Il n'est pas sans intérêt de constater l'établissement dans u
colonie anglaise de pendules électriques inventées et construites
France. Le système employé à la Valette est celui dit *à invers
ment* et qui est décrit dans le *Manuel de télégraphie électriqu*
par M. Breguet. Des appareils de ce genre fonctionnent depuis se
à huit ans dans les rues de Lyon. Les pendules du poste centr
des lignes télégraphiques au ministère de l'intérieur sont aussi
ce système. L'horlogerie électrique est sans doute appelée à rec
voir une extension considérable dans les grandes villes; néa
moins on ne saurait s'associer pleinement aux espérances un p
exagérées par lesquelles se termine la note ci-dessus.

Décorations. — Par décret en date du 20 février, M. Berrier-Fontaine, inspecteur général des lignes télégraphiques, a été promu au grade d'officier de la Légion d'honneur.

Par décret en date du 9 avril, M. Leclerc, commis principal, chargé du service télégraphique du Sénégal, a été nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Les faits qui lui ont valu cette distinction éclatante sont relatés dans la lettre ci-dessous, que nous sommes autorisé à reproduire :

Copie d'une lettre de M. le gouverneur du Sénégal à M. Leclerc, chef du service télégraphique à Saint-Louis, en date du 9 février 1864.

« Monsieur,

« Je ne puis me dispenser de vous donner un témoignage particulier de satisfaction pour les services précieux que vous venez de rendre à la colonie. Non-seulement vous avez mis en bon état la ligne télégraphique de Saint-Louis à Gorée et vous êtes parvenu à faire communiquer directement Saint-Louis avec Dakar, ce qu'on n'avait pu faire depuis plus d'un an, mais vous avez encore exécuté ce travail vous-même, au milieu de circonstances difficiles, au plus fort de la guerre du Cayor, sans protection et presque sans moyen de transport. En vous exposant ainsi, au moins autant que les officiers qui faisaient partie des colonnes expéditionnaires, vous avez fait preuve d'un dévouement dont il vous sera certainement tenu compte. Le ministre sera informé de la manière distinguée dont vous dirigez votre service et de l'énergie dont vous venez de faire preuve.

« Recevez, etc.

« *Signé* FAIDHERBE. »

H. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Manuel pratique de télégraphie électrique à l'usage des employés des chemins de fer suisses, par H. Cauderay. 2e édit. Lausanne, 1863.

Tel est le titre d'un petit livre, simple, bon marché et si utile que nous voudrions en voir un pareil entre les mains de tous nos agents. Il est vrai qu'il ne traite que de l'appareil Morse, adopté par les chemins de fer suisses, et des instruments accessoires composant leurs postes télégraphiques. Destiné à des employés qui ont ces appareils entre les mains, il n'en donne ni dessins ni descriptions superflues; mais il détaille avec clarté leur usage et leur emploi, tellement qu'avec lui seul on peut apprendre sans maître à s'en bien servir.

La lecture de ce livre nous a confirmé dans une pensée que nous avions depuis longtemps : c'est que l'appareil Morse n'est pas beaucoup plus difficile à apprendre que l'appareil à cadran alphabétique, et qu'il est d'un usage plus commode, d'une solidité plus grande, d'un entretien plus facile. Si les moindres gares des chemins de fer suisses sont pourvues de cet appareil, si leurs agents savent s'en servir, pourquoi nos chemins de fer ne l'emploient-ils pas? La transmission de leurs dépêches serait plus prompte et plus sûre, les accidents que ces dépêches doivent prévenir seraient moins nombreux, et les économies qu'elles apportent dans le service de l'exploitation seraient plus considérables. Espérons que l'appareil Morse remplacera un jour l'appareil alphabétique à une aiguille, comme il a déjà remplacé l'appareil à deux aiguilles, employé au début dans les bureaux de l'Etat. Ce changement ne se fera pas sans difficultés, car la force de l'habitude est bien puissante; mais il suffit d'une volonté éclairée pour la dominer et la vaincre.

C. Le Moyne.

EXPOSITION INTERNATIONALE DE 1862.

RAPPORT

SUR

LES APPAREILS ÉLECTRIQUES

PAR FLEEMING JENKIN.

SECONDE PARTIE.

(Suite.)

Construction des lignes télégraphiques [1].

5° *Isolateurs pour lignes aériennes.* — Il n'est survenu ucun changement important, depuis 1851, dans la construction des lignes aériennes. En Angleterre, on emploie encore généralement, pour conducteur, le fil de fer n° 8 (1/6 de pouce de diamètre). Les fils plus gros, tels que le n° 4 et même le n° 1, servent pour les longs circuits. On emploie en France le fil de 4 millimètres (environ 0,16 de pouce de diamètre).

Les isolateurs en porcelaine sont aujourd'hui considérés comme supérieurs aux isolateurs en terre cuite, en grès ou en verre. La terre cuite et le grès sont généralement poreux ; le verre se casse facilement, et condense l'humidité à sa surface. Le continent nous fournit un grand nombre d'isolateurs en porcelaine ; des spécimens

[1] Voir p. 5 et suiv.

qui paraissent très-bons sont exposés par J.-B. Capelle
mans, de Bruxelles, et par H. Schomburg, de Berlin.

Silver et Ce exposent des isolateurs entièrement e
caoutchouc durci, ou *ébonite ;* c'est une substance qu'c
a fréquemment employée pour envelopper les croche
des isolateurs en porcelaine ou autres. D'après des exp
riences faites par MM. Silver, il paraîtrait que les qualit
hygrométriques de l'ébonite sont très-remarquables,
que l'on n'a constaté aucune détérioration sérieuse
cette substance pendant une expérience d'environ de
ans.

M. Meyer, de Hambourg, expose aussi de bons isol
teurs en ébonite.

C.-F. Varley expose des isolateurs destinés aux lign
qui exigent un très-bon isolement, telles que les lignes
200 milles et au delà. Ils consistent en une tige de fe
droite, dont le sommet est recouvert d'ébonite (ou vulc
nite), et sur laquelle repose une cloche en porcelain
renversée. Cette cloche est recouverte d'une secon
cloche en porcelaine dont le sommet supporte le fil
isoler. Par suite de cette disposition, une ou même de
des trois enveloppes isolantes peuvent se fendre ou dev
nir poreuses, ou subir quelque autre détérioration, sa
que l'isolement de la ligne en souffre. Les isolateurs
M. Varley se fabriquent aussi avec une terre d'une quali
spéciale qui vaut au moins la porcelaine.

M. Varley a communiqué au jury les résultats d'exp
riences dans lesquelles la déviation, indiquant la perte s
des lignes isolées d'après ce système, ne s'élevait pas
plus de 5 divisions, tandis que la déviation sur un
d'égale longueur, posé sur les mêmes supports, mais sa
vulcanite à la tige, était de 90 divisions, et, sur un f
posé sur de simples cloches, de 370 divisions. Penda

un temps de brouillard, les pertes respectives étaient de 25, 55 et 405. Ces nombres étaient des exemples pris au hasard dans un grand nombre d'expériences.

M. Varley pense qu'en représentant, au moyen de ses unités, l'isolement d'une ligne par le temps le plus défavorable, on n'obtiendrait pas un chiffre inférieur au quotient de 40,000 par la longueur de la ligne exprimée en milles. Une unité de M. Varley égale 26,6 des unités de Siemens.

La Compagnie magnétique expose deux formes d'isolateur proposées par sir Ch. Bright :

1° Une cloche en porcelaine, dont les côtés sont verticaux avec un léger évasement, scellée sur une tige droite en fer. Cette tige est recouverte de caoutchouc à l'intérieur du ciment, afin d'empêcher la dilatation ou la rouille de faire fendre la cloche. On dit que cette manière d'employer le caoutchouc est peu répandue ; mais elle procure un bon isolement à bon marché.

2° Une cloche double, à charnière, pour les grandes tractions. Chaque cloche repose sur une tige droite, qui s'emmanche sur les branches d'une fourchette en fer forgé, dont le point de réunion forme charnière. Le fil est attaché à chacune des cloches, et relié ensuite par un petit fil, en dehors des isolateurs. Cette forme convient particulièrement pour les extrémités de ligne et les travaux des villes, où de grandes portées coïncident avec de fortes courbes. La charnière permet à chaque isolateur de prendre la direction du fil qui s'y rattache. Ces isolateurs sont très-répandus à Londres, à Dublin, à Glasgow, etc., pour les travaux au-dessus des maisons.

Siemens, Halske et Ce exposent deux formes d'isolateurs, qu'ils désignent sous les noms de *tendeurs* et d'*isolateurs intermédiaires*. Les premiers servent à arrêter le

fil tous les 500 yards environ, avec 6 ou 8 isolateurs i termédiaires qui portent le fil au moyen de crochets da lesquels il peut glisser, quand il se contracte ou se dila aux changements de température.

Le tendeur se compose des parties suivantes : une cl che en porcelaine, renversée, est solidement scellée da une calotte en fonte, munie d'un appendice vertical q sert à fixer l'isolateur au poteau au moyen d'écrous bois. Une tige en fer forgé est scellée dans la cloch l'extrémité de cette tige s'élargit et porte deux fentes di posées de manière à pouvoir y caler les fils. On réser une certaine longueur de fil, afin de permettre de l'a longer par le froid ou pour les réparations.

L'isolateur intermédiaire offre une construction an logue; seulement la tige se termine en crochet, sur lequ repose librement le fil. La calotte en fonte protége cloche et la garantit de la pluie. Ces isolateurs sont s lides, mais lourds et plus chers que beaucoup d'autr généralement adoptés. Les isolateurs intermédiaires so tarifés 1 sh. 3 d., environ 1 fr. 85 c., et les tendeur 3 sh. 3 d., environ 4 francs. Leur solidité fait qu'ils co viennent parfaitement pour les pays où les réparatio sont difficiles et la surveillance défectueuse.

Reid frères exposent différents isolateurs : 1° une cloc en verre avec une forte queue, également en verre, en ployée dans l'Amérique du Sud ; la queue est simpleme enfoncée dans un trou creusé dans un croisillon en bo 2° Une cloche double posée sur les extrémités vertica d'une tige en fer. La partie en verre ou en porcelaine semblable à celle qu'expose la Compagnie magnétique, que nous avons déjà décrite. On peut l'enlever et la re placer sans toucher aux tiges ni aux clous fixés au potea 3° Un isolateur employé entre Birmingham et Londr

Cet isolateur est tout entier en grès, sans ferrure ; on le fixe sur le sommet du poteau, qu'il garantit de la pluie. C'est une forme très-économique. 4° Un isolateur destiné aux lignes volantes, sans emploi de poteaux. La tige droite qui supporte une cloche ordinaire est fixée à l'extrémité d'une forte branche en fer forgé, posée horizontalement et terminée en pointe. On peut l'établir sur les arbres, les murs, les maisons ; le travail se fait rapidement. On en a fourni un grand nombre pour l'armée.

Le Danemark expose quelques isolateurs, bons et solides, employés dans ce royaume.

6° *Poteaux pour lignes aériennes.* — Les anciens poteaux en bois sont encore généralement employés pour supporter les isolateurs et les fils ; cependant on s'est servi avec avantage d'un grand nombre de poteaux en fer, dans l'Inde et en d'autres pays où le bois se détériore rapidement. La Compagnie du district de Londres pose ses fils sur des poteaux cylindriques en fer forgé, maintenus sur le sommet des toits au moyen de haubans.

Siemens, Halske et Ce exposent des poteaux en fer forgé, dont la durée doit, à leur avis, dépasser tellement celle des poteaux en bois, qu'ils finiront, en beaucoup de pays, par être le système le moins dispendieux, bien que la dépense première soit plus considérable. Chaque poteau est formé de trois tiges carrées en fer forgé (de 3/4 de pouce carré pour les poteaux intermédiaires et d'un pouce carré pour les poteaux de traction) ; au sommet de ces tiges, on fixe avec un collier et des coins un bout de poteau ordinaire, et leur partie inférieure, munie de trois plaques en fonte, est assujettie dans la terre. En outre, ils sont consolidés par deux ou plusieurs barreaux en fer placés entre les tiges à différentes hauteurs, et maintenus par des colliers. Les isolateurs sont fixés au sommet en

bois. Les différentes parties qui constituent ces poteau sont d'un transport facile, et peuvent n'être ajustées qu sur les lieux mêmes. Ils offrent peu de prise au vent, sont solides sur leur base. Ils conviennent surtout pou les pays où l'on n'a pas toujours sous la main les moyen de réparation, où les communications sont lentes et diffi ciles. Les poteaux de la plus petite dimension pèsen 2 quintaux (environ 100 kilogrammes).

W. T. Henley expose aussi des poteaux en fer construi dans le même but, et formés de quatre plaques recou bées en quart de cercle qui s'ajustent au moyen de file saillants. Le sommet est en bois ou en fer, et la bas repose sur une large plaque en fonte.

7° *Nouvelle construction des lignes aériennes dans le grandes villes.* — La Compagnie universelle des télégra phes privés s'est formée dans le but de mettre des fi indépendants et particuliers à la disposition des maison importantes et des personnes ayant plusieurs établisse ments dans différentes parties d'une même ville. La réa lisation de cette idée exige un grand nombre de conduc teurs. Le système qu'on a adopté est peu dispendieux e réussit parfaitement. Il a été inventé par le professeu Wheatstone. Voici en quoi il consiste :

Des poteaux de traction sont établis au sommet de édifices publics ou des maisons particulières, à la distance d'un mille environ ; la position en est choisie de telle sorte que les lignes qui y aboutissent forment une série de triangles à peu près équilatéraux. De chacun de ces po teaux, et dans six directions différentes, partent des cou ples de fils d'acier ou de fer galvanisé, qui rejoignent les poteaux voisins. Un câble composé d'environ cinquante fils de cuivre, isolés avec du caoutchouc (exposition de MM. Silver), est suspendu à chaque couple de fils de fer,

au moyen de crochets disposés à de courtes distances sur toute la longueur du câble. Aux poteaux de traction, les extrémités libres de tous les fils sont amenés dans une boîte. Chacun des fils, avec des ligatures convenables, peut communiquer de tous les côtés et produire toutes les combinaisons possibles. Les fils particuliers qui partent des établissements aboutissent aussi à ces boîtes, et complètent les communications.

Il va sans dire que la triangulation dont nous avons parlé ne s'étend qu'aux parties de la ville qui exigent un grand nombre de conducteurs, et qu'on peut l'abandonner toutes les fois qu'on trouve un mode de communication plus convenable ou plus économique.

8° *Lignes souterraines.* — On se sert maintenant le moins possible de fils souterrains, attendu que la gutta-percha et le caoutchouc, placés dans ces conditions, se détériorent promptement.

C.-V. Walker expose un spécimen très-simple de conduit, dans lequel les fils sont protégés contre les effets atmosphériques et les accidents mécaniques. Dans une pièce de bois rectangulaire on taille, avec deux coups de scie, une rainure en forme de V. Le morceau qu'on enlève est retourné pour servir de couvercle, et on l'assujettit, de distance en distance, avec un fil de fer. Les fils isolés reposent dans ces conduits goudronnés et cachés dans le sable. La partie où se touchent deux conduits adjacents est protégée par une plaque en fer, également en forme de V, qui porte à moitié sur chacune des extrémités de ces conduits.

TROISIÈME PARTIE.

Appareils de transmission.

1° *Alphabets employés ou proposés, dans lesquels le lettres sont représentées par de nouveaux signes arbitraires.* — La transmission des dépêches s'effectue encore en grande partie, au moyen de signaux arbitraires, don la signification repose sur l'ordre dans lequel se succèden différentes séries de courants. Chaque lettre de l'alphabet est représentée par un groupe distinct de courants ou de signaux produits mécaniquement; on s'est appliqué à trouver des alphabets qui exigeassent le moins de courants possible pour représenter les mots tels qu'ils sont écrits en langage ordinaire.

Les éléments qui peuvent seuls former ces alphabets sont les suivants :

1° La présence d'un courant positif;

2° La présence d'un courant négatif;

3° Le changement de courant;

4° L'absence de courant;

5° et 6° La durée des courants, soit positif, soit négatif;

7° La durée de l'absence de courant;

8° L'intensité du courant.

Il ne serait pas possible de combiner tous ces éléments dans un seul alphabet.

L'alphabet Morse repose sur la combinaison de courants de même nature, de longue et de courte durée, séparés par des intervalles de trois longueurs différentes. L'intervalle le plus court est entre chaque signal, le second se place entre chaque groupe représentant une lettre, et le plus long, entre chaque série de lettres représentant un mot. Aujourd'hui on se sert souvent de courants inversés

pour produire ces intervalles sur les appareils imprimants; mais l'alphabet a été composé sans qu'on en tînt compte. On appelle ordinairement *traits* et *points* les courants de longue et de courte durée, à cause des marques imprimées sur le papier-bande des premiers récepteurs Morse.

Un alphabet, qu'on peut appeler l'*alphabet de Steinheil*, repose sur la combinaison de courants positifs et négatifs, de courte et d'égale durée, avec des intervalles de trois différentes longueurs, comme dans le Morse. En d'autres termes, l'alphabet se compose de groupes de points positifs et négatifs.

On peut lire chacun de ces alphabets, soit avec les yeux, au moyen d'aiguilles en mouvement, soit avec l'oreille, au moyen de timbres, aussi bien que s'ils étaient écrits sur le papier. Le plus rapide des deux est celui de Steinheil. Pour chacun d'eux on a eu soin d'exprimer par les groupes les plus courts les lettres qui reviennent le plus fréquemment.

Il y a un alphabet Morse, commun à toutes les langues usuelles, qui est aujourd'hui presque universellement adopté, et l'on pourrait facilement faire concorder avec lui l'alphabet de Steinheil, en convenant qu'un courant, le courant positif par exemple, représente un point, et le courant négatif un trait.

Lorsque des courants, ainsi que cela a lieu sur les lignes courtes, peuvent se succéder avec une rapidité indéfinie, le nombre des courants employés par un alphabet est moins important que la simplicité des appareils de transmission et de réception. Mais quand le nombre des courants que l'on peut transmettre dans un temps donné se trouve limité, le nombre de signaux employés pour un mot devient une chose importante dans l'exploitation.

M. Whitehouse et le professeur Thomson ont prop pour le câble transatlantique, des alphabets plus ava geux que ceux de Morse et de Steinheil.

T. Allan expose un alphabet qui, par rapport au n bre de courants inversés qu'il exige, nous semble le court qu'on ait encore publié. Chaque lettre se com d'un groupe de points exactement semblables, sép par trois sortes d'intervalles, comme dans les autres phabets; mais l'appareil de M. Allan est construit de nière à imprimer un point à chaque changement de c rant, et la prolongation d'un courant (positif ou négat ou la cessation de tout courant, produit les intervall M. Allan emploie donc ce que nous avons appelé troisième et septième éléments, tandis que l'alpha Morse emploie les sixième et septième, et celui de Stei heil, les premier, deuxième et septième éléments.

M. Whitehouse se servait des troisième, cinquième sixième éléments. Dans l'alphabet Morse ordinaire, si l' se sert de courants inversés, il faut deux courants po un point ou un trait, tandis que dans l'alphabet de M. W tehouse, modifié par le professeur Thomson, chaque co rant inversé produit un point qui correspond à un conta prolongé, soit positif, soit négatif. Jusque-là les alphabe de M. Whitehouse et de M. Allan vont de pair. Cependa M. Whitehouse, pour indiquer un intervalle plus long q celui qui sépare les points, était obligé de renverser so courant et de prolonger le contact plus longtemps qu' ne le faisait pour un point; de cette manière, les inte valles plus longs qui séparaient les mots ou les lettre étaient représentés par des lignes. M. Allan, au contraire prolonge tout simplement le dernier courant, ou bie l'interruption, et n'a pas besoin d'un nouveau coura pour former l'intervalle, quelle que soit sa longueur; sou

ce rapport, c'est un avantage qu'il obtient sur tous les autres alphabets que nous connaissions. L'alphabet de M. Allan a évidemment pris naissance dans son appareil automatique, que nous allons décrire, mais il pourrait être employé indépendamment de ce système.

Les alphabets Morse, Steinheil, et autres semblables, peuvent également s'adapter à la transmission directe par la main, ou indirecte par mécanisme, avec des courants voltaïques, induits ou électro-magnétiques.

Nous décrirons d'abord les appareils qui emploient ces alphabets, ce qui les distingue des télégraphes à cadran et des télégraphes imprimeurs, et nous commencerons par les instruments qui fonctionnent au moyen de l'intervention directe de la main.

2° *Manipulateurs, ou instruments pour transmettre à la main les signaux des alphabets.*— On transmet ordinairement les signaux Morse au moyen d'un levier que la main abaisse ou élève entre deux butoirs. Ce levier est en communication avec la ligne; l'un des butoirs est relié à l'un des pôles de la pile, et l'autre, qu'on avait coutume de laisser isolé, est généralement relié à la terre et utilisé pour décharger la ligne. MM. Siemens, Halske et Ce, pour le travail des câbles sous-marins, le relient au pôle opposé d'une autre pile.

La Compagnie magnétique expose un excellent manipulateur, ou plutôt une paire de manipulateurs, au moyen desquels les courants inversés, nécessaires pour l'alphabet Steinheil ou autres semblables, peuvent s'envoyer rapidement et sans fatigue pour l'employé. Deux plaques à ressort sont disposées l'une à côté de l'autre, l'une pour les signaux positifs, l'autre pour les signaux négatifs. Dans leur position de repos, le courant envoyé par la station éloignée peut aller à la terre par l'appareil qui

reçoit; mais quand l'un des ressorts est abaissé, la communication avec le récepteur est coupée, un des pôles de la pile se trouve en contact avec la ligne, et l'autre est à la terre. On se sert de ce manipulateur soit avec les appareils à aiguille, soit avec le télégraphe acoustique dont nous parlerons bientôt.

Siemens, Halske et Ce exposent un transmetteur à courants d'induction destiné à envoyer des signaux à travers de longs circuits, sans se servir de pile. La manipulation s'exécute exactement de la même manière qu'avec le levier Morse. L'adoption du récepteur *polarisé* de Siemens a permis d'employer ce manipulateur à la transmission des signaux Morse ordinaires, et pourra contribuer à le propager.

La disposition de l'aimant et des bobines qui servent à l'induction des courants est extrêmement simple et heureuse. Des aimants en fer à cheval sont rangés les uns à côté des autres, et séparés par des espaces de la même largeur environ que les aimants. Un barreau de fer doux, en forme de H, est placé entre les pôles des aimants: il est supporté par un axe longitudinal se terminant par une manivelle qui peut lui imprimer une rotation partielle. Le fil de la bobine d'induction est enroulé longitudinalement autour du barreau et parallèlement à son axe, et par conséquent à angle droit par rapport au plan des aimants. La bobine est protégée extérieurement par une plaque de cuivre, et le barreau de fer doux, la bobine, la plaque forment alors un long prisme rectangulaire posé sur deux supports. Ce rectangle remplit presque l'espace qui sépare les deux pôles des aimants, de sorte que la manivelle qui est à l'extrémité de l'axe ne peut faire mouvoir le barreau que sous un angle très-petit. Quand la manivelle est levée, deux angles du rectangle, diagonale-

ment opposés, sont en contact avec les deux pôles des aimants permanents, qui magnétisent le barreau transversalement dans un sens donné. Quand la manivelle est abaissée, les deux autres angles se rapprochent des pôles, et le barreau s'aimante dans le sens opposé. En d'autres termes, quand on manipule, les pôles opposés de l'aimant permanent sont amenés alternativement en contact avec la même extrémité du barreau H, bien que sous des angles différents. Le changement d'aimantation dans le fer produit les courants induits inversés dans la bobine, dont un des bouts communique avec la ligne et l'autre avec la terre. La manipulation est la même qu'avec le levier Morse ordinaire; seulement il faut déployer plus de force, car le courant obtenu est proportionnel à la force exercée.

Nous avons dit que la manivelle décrivait un arc très-petit, ce qui est très-avantageux pour l'employé. La disposition générale offre d'autres avantages qui ressortiront mieux lorsque nous décrirons l'appareil à cadran de MM. Siemens, qui fonctionne au moyen de bobines semblables. Avec un manipulateur de ce système, on faisait marcher un récepteur à encre avec une résistance de 468 milles de fil de fer n° 8.

W.-T. Henley expose aussi un manipulateur arrangé avec le même système d'aimant permanent, des armatures en fer doux, des électro-aimants en fer à cheval, comme dans son transmetteur à cadran, dont nous parlerons bientôt. Il emploie trois armatures en fer doux, l'une pour le pôle d'en haut, et les deux autres pour le pôle d'en bas. Le mouvement du manipulateur produit dans le fer à cheval les mêmes changements de polarité que la rotation continue de la manivelle dans son appareil à cadran. Le manipulateur exposé faisait fonctionner un récepteur à encre de MM. Siemens avec une résistance

égale à 468 milles de fil n° 8. Ces deux manipulateurs magnétiques peuvent évidemment s'adapter aux récepteurs à aiguille, les premiers appareils, du reste, auxquels on ait appliqué les courants d'induction.

L'atelier des télégraphes de Berne expose un manipulateur ingénieux destiné à la transmission des signaux Morse au moyen des courants d'induction. Un courant, le courant négatif par exemple, sert à produire les signaux, et l'autre, le courant positif, les intervalles. Il faut un récepteur Morse, ou un relais ayant ce qu'on pourrait appeler une armature instable, qui reste dans la position que lui a fait prendre un courant positif ou négatif, même après que ce courant a été interrompu. Un récepteur de ce genre ne peut marcher qu'avec des courants inversés, et l'armature, en allant d'un pôle à l'autre, passe nécessairement par un point où elle aurait un équilibre instable, si aucun courant n'était transmis.

Les courants induits, positif et négatif, envoyés par cet appareil, sont d'égale intensité, et tous deux sont produits par l'interruption du courant inducteur. On se sert d'une seule pile; cette pile n'est jamais en circuit court, la bobine inductrice se trouvant toujours dans le circuit pendant un temps très-court, à chaque signal. On obtient ces effets par des moyens très-simples.

Le manipulateur consiste en un levier qu'on fait mouvoir comme le levier Morse ordinaire, avec deux pièces de contact, que nous appellerons A et B, aux deux extrémités du levier et à sa partie supérieure. L'axe du levier est relié à un pôle de la pile. Un second levier, placé au-dessus du précédent, se meut sur un axe parallèle à celui du premier levier, et porte deux pièces de contact A′, B′, à sa partie inférieure et faisant face aux contacts A et B. Ce second levier se compose d'un ou plusieurs aimants, dont

les pôles se trouvent immédiatement au-dessus des contacts A et B; et au-dessus de ces pôles sont fixées deux armatures de fer doux. Ces armatures servent, comme on le verra, à attirer le second levier dans l'une de ses positions extrêmes, et à l'y maintenir jusqu'à ce qu'il soit repoussé par le premier levier. Les pièces de contact A′ B′ sont toutes deux reliées à l'autre pôle de la pile, au moyen de deux fils distincts, isolés, enroulés en sens opposés, à l'intérieur de la bobine d'induction, et formant deux bobines inductrices distinctes. Une extrémité de la bobine induite est en communication avec la ligne, et l'autre avec la terre, par l'intermédiaire du relais local.

Par suite de cette disposition, un contact entre A et A′ détermine, supposons, un courant de droite à gauche dans la bobine d'induction, et un contact entre B et B′, un courant de gauche à droite, venant de la même pile, mais par un fil séparé. La position de ces diverses parties est telle que, quand le premier levier est au repos, aucun des contacts AA′, BB′ n'est complété; mais une des extrémités, B′ par exemple, du second levier, reste appliquée contre son armature. Quand on abaisse le premier levier ou levier-manipulateur, on établit d'abord un contact entre A et A′ à l'extrémité opposée de l'aimant. Un des circuits inducteurs se trouve fermé; un courant passe de droite à gauche dans la bobine d'induction et produit sur la ligne un courant induit, positif par exemple. On verra que ce courant, étant de même sens que celui qui l'a précédé, ne fait pas mouvoir l'armature du relais ou du récepteur; en un mot, il ne produit aucun effet visible à la station d'arrivée. En continuant d'abaisser le levier-manipulateur, on repousse l'extrémité B′ du second levier, et, au moment où il est complétement abaissé, l'extrémité opposée A′ est si rapprochée de l'autre armature, qu'elle

se soulève et interrompt le contact AA′ formé précédemment. Cette interruption engendre dans la bobine un courant de sens opposé au premier, soit un courant négatif qui passe sur la ligne, éloigne l'armature du récepteur de la position que lui avait donnée le courant positi et produit une marque ou signal. Quand le levier-manipulateur est soulevé, il complète le contact BB′ et envoie un courant de gauche à droite dans la bobine inductrice le courant engendré dans la bobine induite est de même sens que le dernier qui provenait de l'interruption d'un courant passant de droite à gauche, et, par conséquent ne produit aucun effet visible sur le récepteur. Le levier-manipulateur, continuant à se relever, éloigne de son armature le second levier et, quand il arrive à la limite de sa course, il amène l'extrémité B′ si près de son armature qu'elle s'y attache, coupe le circuit inducteur e engendre un courant induit positif, qui détache l'armature du récepteur et produit le blanc ou intervalle qui sui le signal.

Ainsi, quand le premier levier est mis en mouvemen par la main, quatre courants sont induits sur la ligne; le premier et le quatrième sont positifs; le second et le troisième négatifs. Le second et le quatrième, produits par l'interruption du courant, sont les seuls qui fassent fonctionner le récepteur, l'armature restant immobile au passage des courants de même nom qui suivent. On remarquera que les deux circuits inducteurs ne sont fermés que pendant un temps très-court, quand le levier-manipulateur est en mouvement, et que lorsqu'il arrive aux deux points extrêmes de sa course, le circuit de la pile n'est pas fermé.

L'employé qui transmet fait passer le courant par son appareil; c'est un inconvénient; mais, d'un autre côté, il peut à tout moment être coupé par son correspondant.

Ce manipulateur est ingénieux et atteint certainement dans la pratique. Il est supérieur aux autres ma-nipulateurs à courants d'induction, dans lesquels les cou-rants qui se succèdent sont inégaux ; mais nous ne voyons pas clairement quel avantage il peut avoir sur les cou-rants voltaïques ou électro-magnétiques.

La Compagnie magnétique expose le seul instrument destiné à remédier au retard des signaux causé par l'in-duction dans les longs câbles sous-marins. C'est un mani-pulateur de *compensation*, inventé par sir Ch. Bright, et décrit de la manière suivante par les exposants :

« On a jugé nécessaire, pour le travail des longues li-gnes, de remédier aux irrégularités de charges produites par les courants différents. Ce point avait été signalé en 1856 par le professeur Thomson qui fit, ainsi que d'au-tres, diverses tentatives à ce sujet. Le manipulateur que nous exposons, d'une forme simple, est destiné aux cir-cuits de longueur ordinaire et peut être adapté à l'alphabet usité par l'employé le moins habile. Nous ne prétendons pas que ce soit une compensation parfaite pour de *très-longs* circuits, mais c'est un instrument de tous les jours, peu dispendieux, facile à régler, et qu'on peut mettre entre les mains de tout employé du télégraphe. En pesant sur la clef, on soulève un levier dont la course est dirigée par les rouages accompagnés d'un volant ou de tout au-tre régulateur convenable. Si l'on frappe un coup, le le-vier se soulève jusqu'à un point d'arrêt, contre lequel il reste appuyé jusqu'à ce que le signal cesse par le relève-ment de la clef. Au moment où le contact s'opère, la pile est supprimée en partie ou en totalité, ce qui interrompt le courant sur la ligne. »

Ce manipulateur convient pour le but spécial que s'est proposé l'inventeur.

3° *Piles.* — Les piles sont peut-être l'organe le plu représenté à l'exposition, en fait de télégraphie. L Daniell, soit sous une forme, soit sous une autre, plus généralement employée par les grandes compa télégraphiques, bien que, dans beaucoup de cas, conservé la pile de Smée. Cette dernière, à un seul liq est certainement utile quand le circuit est fermé ment et pendant de courtes périodes à la fois. Ma plus simples expériences prouvent que les piles à ui liquide ne produisent pas un courant constant dan circuit qui reste fermé cinq minutes, et par consé ne conviennent pas pour la délicatesse et la précisio appareils actuellement en usage.

J.-A. Deleuil, de Paris, expose une pile connue le nom de *pile Marié-Davy*, dans laquelle le sulfa mercure et le charbon remplacent les électrodes de s de cuivre de la pile Daniell. Cette nouvelle form remarquable par sa propreté et la constance du cou mais elle est plus faible que la pile Daniell [1]. Elle pré une résistance intérieure considérable et coûte beau de premier établissement. Elle a l'avantage d'être p tive et son emploi a pris une certaine extension en Fr

Reid frères, de Londres, exposent une pile Dani forme compacte. Une auge d'une seule pièce de v massive, est divisée en cinq cellules. Chaque cellul ensuite subdivisée par une cloison poreuse. Les pla de zinc et de cuivre, réunies par couples, sont distril dans les cellules, et les subdivisions sont alterna ment remplies de sulfate de cuivre et d'eau acidulée. une pile solide et portative; mais, quand les clo

[1] Cette appréciation paraît contraire aux résultats des expér qui ont été faites en France. A Paris, on admet que deux élé Marié-Davy valent trois éléments Daniell. (*Note du tradu*

poreuses sont usées, elles sont difficiles à remplacer.

Gressler et Ce, de Berlin, exposent des piles Bunsen à double liquide, de différentes formes et de différentes grandeurs. Les prix en sont modérés. Le plus grand modèle a des cylindres de charbon hauts de 12 pouces.

E. Tyer expose une forme simple et commode de pile de Smée qui semble bien convenir pour certains usages. Les plaques de zinc peuvent être facilement enlevées, nettoyées et remplacées; elles reposent dans une coupe de mercure dont le double but est de maintenir le zinc constamment amalgamé et de mettre en contact le zinc avec la plaque de cuivre qui le relie à la plaque d'argent platiné du couple suivant. Le cuivre est isolé avec de la gutta-percha, excepté la partie qui plonge dans le mercure.

La parfaite et constante amalgamation du zinc donne peu de prise aux actions locales à l'intérieur de cette pile, et, si le circuit n'est fermé que rarement et pendant peu de temps, comme pour les signaux de chemins de fer ou les sonneries d'appartements, le courant conserve une grande constance. Mais il va sans dire que cette pile a les inconvénients inhérents aux piles à un seul liquide. Il y en a actuellement plusieurs milliers en cours de service. On trouve que les plaques d'argent platiné se détériorent assez rapidement.

C.-V. Walker expose des plaques en graphite, platinées, destinées à remplacer les simples plaques en graphite dans sa pile de Smée modifiée, dont on faisait grand cas en 1851. M. Walker prétend qu'en platinant les plaques en graphite, on facilite, à leur surface, le dégagement de l'hydrogène, ce qui diminue beaucoup la polarisation, un des grands défauts des piles à un seul liquide. L'opération revient à environ 5 centimes par plaque de la grandeur ordinaire de 7 pouces sur 3. On dit que les plaques pla-

tinées se conservent aussi beaucoup plus propres que simples plaques en graphite.

J. Young, de Dalkeith, expose des éléments en charb très-denses et très-bien préparés, de différentes form pour piles et pour lumière électrique.

A. Rodler, de Nuremberg, expose aussi de très-b charbons pour piles galvaniques.

4° *Relais.*—Les signaux envoyés sur de longues lig passent ordinairement par des *relais* ou instruments d tinés à les transmettre, au moyen d'une pile locale, un nouveau circuit. Ce circuit peut être une seco ligne ou simplement un circuit local comprenant un cepteur qui ne pourrait pas fonctionner directement a de faibles courants venant de loin.

En 1851, on se servait peu de relais, bien qu'ils e sent été décrits par le professeur Wheatstone en mê temps que ses premières inventions. L'usage s'en répar d'abord en Amérique, puis se propagea avec l'appa Morse à pointe sèche. Aujourd'hui on les abandonne partie, grâce à l'appareil Morse à encre, dont MM. Digi et Siemens exposent des modèles.

Un bon relais doit être disposé de manière à fonction avec des courants positifs ou négatifs de toute intens Il doit fonctionner librement sous l'influence d'une riation très-légère de l'intensité du courant pour laqu il a été réglé (cette variation est souvent nulle avec courants inversés) ; quand une fois il a été réglé pour courant donné, il doit être constant, c'est-à-dire conse le même mouvement de va-et-vient avec un courant périeur ou inférieur à celui qui a servi au réglage. C condition de constance est extrêmement difficile à obt avec le fer doux.

Les parties mobiles doivent être très-légères et le

mouvements très-limités, afin de permettre un travail rapide avec une faible force. Enfin, les contacts doivent s'ajuster et se nettoyer facilement.

Les relais exposés par les fabricants français sont d'une construction aussi simple que possible. Un fer doux, creux, formant une armature cylindrique à l'extrémité d'un levier, est attiré, pendant le passage du courant, par les deux pôles d'un électro-aimant vertical en fer à cheval. Un ressort antagoniste relève l'armature, quand le courant cesse de passer. Ce ressort à boudin peut se régler au moyen d'une vis. Les contacts nécessaires se trouvent sur le levier. Ces relais ne peuvent servir que pour un travail peu délicat ; le poids et l'inertie des parties mobiles sont tels qu'il est impossible d'obtenir la vitesse avec de faibles courants ; de plus, le magnétisme rémanent et la force coercitive de la masse de fer doux rendent impossible toute délicatesse de réglage, comme nous le verrons mieux en parlant des relais Siemens.

Digney frères et Ce, de Paris, exposent un appareil (système Melloni) dans lequel l'armature mobile reçoit une bobine formant un électro-aimant supplémentaire. Le courant qui arrive passe dans cette armature de manière à développer à ses extrémités une polarité opposée à celle de l'électro-aimant principal qui est en face. Cette disposition n'enlève pas les difficultés qui tiennent à l'inertie et au magnétisme rémanent, bien qu'elle doive accroître la force exercée entre l'électro-aimant fixe et son armature avec un courant donné et une résistance de bobines déterminée.

M. Hipp, de Neufchâtel, expose un bon relais, d'un prix peu élevé, ayant assez l'apparence du relais français. Une particularité qui le distingue, c'est que l'armature repose entre deux ressorts antagonistes à boudin destinés

à produire une plus grande légèreté et une plus g
rapidité de mouvement qu'on ne peut l'obtenir sous
tion de la gravité seule. L'armature est légère et se
sur un axe terminé en couteaux.

Siemens et Halske exposent un *relais polarisé*,
l'arrangement électro-magnétique est très-remarqua
qui a été souvent utilisé pour les récepteurs directs
barreaux de fer doux des deux électro-aimants droits
réunis par une plaque de manière à former l'éle
aimant ordinaire en fer à cheval. Cette plaque r
contre le pôle d'un aimant permanent très-puissan
communique sa polarité, le pôle nord par supposi
aux deux branches de fer à cheval. Une palette d
doux est réglée de manière qu'une de ses extrémité
cille entre ces deux branches ; l'autre extrémité est
au pôle opposé de l'aimant permanent, auquel on do
dans ce but, une courbure convenable. Il en résulte
la palette partage la polarité contraire à celle des b
ches et que, lorsque aucun courant ne passe dans les
tro-aimants, elle reste indifféremment attirée par cell
deux dont elle se trouve plus rapprochée. Cette dispos
offre un exemple de ce qu'on a appelé récepteurs *i*
bles. Le passage d'un courant dans l'électro-aima
pour effet d'affaiblir la polarité d'une branche et d'
menter celle de l'autre, de sorte que la palette ne
plus rester indifférente entre les deux, mais est at
définitivement d'un côté ; elle y reste jusqu'à ce q
courant de sens opposé produise dans les deux bran
un effet contraire au précédent.

En réglant les distances relatives entre les deux b
ches et la palette, et en limitant le jeu de la palette à
petite fraction de l'espace qui sépare ces branches
peut obtenir une très-grande sensibilité. De plus cet

pareil, quoique spécialement destiné à fonctionner avec des courants inversés à peu près égaux, peut être disposé pour marcher avec un seul courant positif ou négatif de toute intensité, aussi bien qu'avec des courants inversés d'une intensité relative donnée. Ce système a l'avantage de permettre au courant d'agir sur du fer fortement magnétisé. On n'emploie aucun ressort; une petite vis sert à régler la position des deux branches relativement à la palette.

Cette disposition de l'électro-aimant et de l'armature du récepteur est probablement la meilleure de l'exposition pour un grand nombre de cas; mais elle a le grand défaut inséparable de toute combinaison dans laquelle le fer doux joue un rôle. Ce défaut provient de ce que des courants semblables ou égaux ne produisent pas, dans le fer doux, des polarités semblables ou égales, à des moments différents. Car le magnétisme rémanent fait qu'un signal négatif, arrivant après une série de courants positifs ou après un courant positif de longue durée, ne produit pas sur le fer doux le même effet qu'un signal négatif arrivant après une série de courants négatifs ou après un courant négatif de longue durée : aucun de ces effets ne sera le même que celui qui résultera des premiers courants reçus après que le fer doux sera resté quelque temps exempt de toute influence électrique.

Cette conséquence nécessaire de la force coercitive du fer doux rend souvent inutile une grande précision de réglage : car, bien que le relais puisse se trouver réglé de manière à fonctionner avec une très-faible variation dans le courant reçu, les continuels changements d'état du fer doux exigent de fréquents changements de réglage, ce qui est un inconvénient dans la pratique. C'est ce défaut qui a conduit à la découverte et à l'emploi du

relais dit *relais-galvanomètre* dans lequel la force qu
l'on obtient du courant reçu est beaucoup moins grand
que dans le relais que nous venons de décrire ; mais cet
force est constante et l'on peut s'y fier.

Dans le relais-galvanomètre, les contacts se font sin
plement par la déviation d'une aiguille d'acier aimanté
sous l'influence d'une ou plusieurs bobines, sans empl
d'aucun fer doux. Tant que les courants ne dépassent p
une certaine intensité, leur seul effet sensible est de pr
duire une déviation de l'aiguille ; ils n'affectent pas
magnétisme ; par conséquent des effets égaux suive
toujours des courants égaux. Ces instruments une fois r
glés n'exigent que peu ou point de changement tant q
l'état des piles ou de la ligne reste sensiblement le mêm

C.-F. Varley expose un relais-galvanomètre simpl
avec contacts à frottement, dont il a fait souvent usage,
qui semble donner de bons résultats en pratique.

La Compagnie magnétique expose un autre système
relais-galvanomètre, appelé *relais à mercure*, inventé p
sir Ch. Bright. La difficulté d'obtenir de bons conta
avec les relais-galvanomètres, difficulté qui provient
peu de force communiqué à l'aiguille, est ici éludée p
l'emploi de contacts en mercure ; et l'on empêche l'ox
dation du mercure en établissant ces contacts entre l'a
guille et un filet de mercure toujours en mouvemen
Le même mercure sert et ressert, allant d'un réservoir
l'autre, comme la poudre d'un sablier. Les réservoirs
renversent quand celui du haut est vide. Cet instrume
est particulièrement mentionné dans la récompense d'u
médaille qui a été décernée aux exposants.

Cette même Compagnie expose une autre forme de r
lais, inventée aussi par sir Charles Bright, au moy
duquel les courants positif et négatif sont retransmis s

un second circuit, dans l'ordre dans lequel les signaux positif et négatif sont reçus. Cet appareil se compose de deux armatures mises en mouvement par les pôles opposés de deux électro-aimants droits. Une des armatures est établie de manière à fonctionner avec les signaux positifs, et sert à mettre en contact le pôle positif d'une pile avec le second circuit; l'autre est pour les signaux négatifs, et forme le contact du pôle négatif. Les deux électro-aimants sont dressés l'un à côté de l'autre, et les deux armatures d'acier aimanté sont placées aux extrémités opposées des bobines, et supportées par un axe entre les deux pôles. L'usage de cet appareil s'est beaucoup répandu depuis plusieurs années.

Nous arrivons au relais de M. Allan. Ainsi que nous l'avons déjà remarqué, les points de contact des relais ordinaires ont souvent besoin d'être nettoyés et rétablis, selon qu'ils sont plus ou moins brûlés ou oxydés par l'étincelle que donne la pile locale quand le circuit est coupé. M. Allan, par une disposition ingénieuse, a évité cet inconvénient : il expose un *relais sans étincelle* qui lui a mérité une mention spéciale dans la récompense d'une médaille qu'il a obtenue. Ce nom de *relais sans étincelle* est à peine exact, car l'invention ne consiste pas dans l'arrangement particulier du relais, mais dépend du système général d'alphabet, de relais et de récepteur.

L'alphabet Allan se compose, nous l'avons dit, de groupes de points sur une seule ligne et le point se forme indifféremment au passage d'un courant positif ou d'un courant négatif. L'appareil transmetteur renverse le courant chaque fois qu'on veut envoyer un point et prolonge indifféremment un contact positif ou négatif pour l'intervalle des points. Le relais ne diffère guère, si ce n'est dans la disposition des contacts, des relais ordinaires;

l'armature prend, comme toujours, un mouvement de va-et-vient sous l'influence des courants inversés; mai les circuits qui communiquent aux contacts du relais son arrangés de telle façon que, lorsqu'un contact se forme le récepteur imprime un point et fait mouvoir un peti ressort qui coupe le circuit local qui venait d'être ferm par le relais. Ce ressort, mû par le mouvement d'horlogerie du récepteur, remplace aussi un contact dans u second circuit local qui avait été coupé par le point précédent. L'étincelle, causée par la rupture du circuit local, se produit donc au gros ressort de contact où ce effet n'a pas d'inconvénient, et l'armature du relais, e changeant de position au passage d'un nouveau signal n coupe aucun circuit et ne donne aucune étincelle. En arrivant à cette seconde position, il ferme un second circui local contenant la communication que nous avons dit être remplacée par le ressort de contact, à l'arrivée d point précédent. Ce circuit imprime un point exactemen semblable à celui qu'a imprimé le premier et se trouv coupé par le ressort qui remplace la communication interrompue dans le premier circuit lorsque le point s'es formé. Ainsi il y a deux circuits locaux, avec deux interruptions dans chacun d'eux, l'une dans le relais, l'autre dans le mécanisme imprimeur. Le rôle du relais consiste à fermer ces deux circuits locaux dont chacun imprime un point semblable, tandis que le récepteur coupe et rétablit successivement les deux circuits locaux à la seconde interruption. Quand il coupe le circuit, il arrête le courant et l'étincelle jaillit; quand il le rétablit, il ne fait pas passer le courant, mais prépare seulement le circuit pour le prochain mouvement du relais. Le résultat et le but de ces évolutions sont d'éloigner du relais les interruptions du courant et de les reporter sur le ressort moins

délicat du récepteur; ce dernier fonctionnant sous l'action d'un mécanisme puissant, on peut construire le ressort de manière à rendre l'étincelle tout à fait inoffensive. M. Allan emploie de forts contacts en platine.

M. Allan adopte ces dispositions pour son système automatique; mais il est clair que les mêmes principes sont parfaitement applicables à toute autre forme de relais, ainsi qu'aux appareils Digney et Siemens, en y faisant quelques additions de détail [1]. Il est nécessaire cependant que l'alphabet se compose uniquement de points. Un avantage du relais sans étincelle est que l'on peut réduire à un minimum le jeu de l'armature, puisqu'on n'a plus à redouter ce tremblement produit par une succession d'étincelles sur l'armature des appareils ordinaires dont on veut trop diminuer le jeu. Ce système nous semble particulièrement convenir aux relais-galvanomètres.

Le relais exposé par M. Allan se compose d'un aimant léger, creux, dont les deux pôles oscillent entre les quatre pôles de deux électro-aimants en fer à cheval. Il obtient cette disposition au moyen d'un fer doux dont les deux pôles sont mobiles au-dessus de ces électro-aimants.

5° *Récepteurs.* — Nous allons maintenant passer en revue les appareils sur lesquels les signaux sont définitivement reçus et lus, soit avec les yeux, soit avec l'oreille, ou imprimés sur un papier que l'on déchiffre ensuite.

Les appareils *à aiguille*, qui sont si connus, ne sont qu'une forme d'électroscope, dans laquelle des aimants, déviés sous l'influence d'une bobine de fil isolé, font mouvoir un indicateur au moyen duquel l'employé reconnaît le nombre et la nature des courants qu'il reçoit et en in-

[1] M. Allan n'est pas de cet avis; il prétend que son système ne peut pas s'appliquer avec avantage aux récepteurs ordinaires.

terprète le sens. On emploie ordinairement les appar
aiguille sans relais ni pile locale; ce sont les récep
les plus simples; ils sont loin d'être les plus mau
Des spécimens sont exposés par la Compagnie magné
et par MM. Reid frères. Ils n'exigent pas des employ
premier ordre. La construction n'offre rien de bien
veau; mais il est intéressant de voir comment cet a
reil si simple et quelque peu primitif se maintient m
une multitude d'inventions bonnes et ingénieuses.

La forme de l'aimant, dans l'appareil Highton ex
par la Compagnie magnétique, mérite notre attent
C'est un fer à cheval formé d'une grosse plaque d'a
recourbé qui repose sur un axe passant par la partie
courbée entre les deux branches du fer à cheval.
bobines circulaires, qui entourent cet aimant, pass
dans des plans parallèles à celui qui contient l'axe e
ligne qui joint les deux pôles. Un aimant de cette for
peut être puissamment magnétisé; il retient bien s
magnétisme et toutes les parties mobiles sont rapp
chées de l'axe de rotation.

Le récepteur Morse se compose en principe d'un mo
vement d'horlogerie qui fait dérouler, d'une vitesse u
forme, une bande de papier, et d'un électro-aimant av
une armature reliée au levier qui produit l'impressi
mécanique. Quand l'armature est mise en mouveme
par le courant reçu, elle fait appuyer la pointe du levi
contre le papier et l'en éloigne alternativement, laissa
sur la bande une série de signaux en relief plus ou moi
longs selon la durée des courants. Le mouvement d'ho
logerie est mû par un poids ou par un ressort à barill
et la vitesse en est réglée par un volant. Il est difficile d
concevoir un récepteur imprimant plus simple et so
usage général sur le continent est certainement dû à cett

simplicité. Pour produire des impressions distinctes sur le papier, il faut que l'armature soit attirée par une force assez considérable ; aussi un appareil de cette forme fonctionne-t-il toujours au moyen d'un relais et d'une pile locale. Mais l'appareil primitif sera sans doute bientôt abandonné pour des appareils perfectionnés dans lesquels les reliefs sont remplacés par des lignes à l'encre qui n'exigent pas une forte pression, et qui, en général, dispensent du relais et de la pile locale.

M. Hipp, de Neufchâtel, expose un récepteur Morse bien construit pour la pratique. Tous les rouages et les électro-aimants sont renfermés dans une boîte avec dessus en verre, de sorte que toutes les parties mobiles sont à l'abri de la poussière. Le papier, la pédale, tout ce qui sert au réglage, est convenablement disposé. Il existe plus de mille appareils de ce genre employés en Suisse et en Italie. On prétend qu'ils fonctionnent très-longtemps sans nettoyage ni réparation. Le prix de 210 francs pour un appareil aussi bien fait est très-modéré.

T. Sortais, de Lisieux, expose un récepteur Morse à déclanchement automatique. Avec le système ordinaire, il faut faire dérouler le papier quand on reçoit une attaque et l'arrêter quand la dépêche est finie. M. Sortais confie ces fonctions à l'appareil lui-même. Les rouages sont mis en mouvement, comme à l'ordinaire, par un poids ou un ressort et sont arrêtés par un bras qui vient toucher le volant régulateur. Ce bras est formé d'un long levier, avec contre-poids, reposant sur un axe qui porte aussi une roue à rochet. Le contre-poids tend à faire tourner la roue à rochet et le levier, de manière à laisser toujours le volant libre ; mais ce mouvement est arrêté par un butoir qui retient la roue. Quand un courant arrive, le levier-imprimeur fonctionne et éloigne le butoir de la

roue; alors le contre-poids s'abaisse, fait tourner la rou et déclanche le volant; les rouages se mettent en mouve ment et entraînent le papier. Une dent saillante, fixée l'axe de l'un des pignons, accroche les dents de la roue rochet et, à chaque révolution, la ramène d'une dent e arrière, soulevant ainsi le contre-poids et rapprochant bras du volant. Si le butoir est en bas, chaque dent qu l'on gagne se maintient, mais si les courants se renou vellent constamment, et soulèvent le butoir, le contre poids s'abaisse sans cesse et les rouages continuent d fonctionner. Quand la dépêche est finie et que le levier imprimeur reste immobile, le butoir retient chaque den de la roue soulevée par la dent saillante du pignon, jus qu'à ce que, au bout de quelques révolutions, la roue rochet ait assez tourné pour amener le bras en conta avec le volant et arrêter les rouages. La position relati du volant, du bras et de la dent saillante est telle qu lorsque le volant est arrêté, la dent saillante se trouv loin de la roue à rochet qui reste libre de tourner dès qu le butoir est retiré. M. Sortais n'a recours à aucun élec tro-aimant auxiliaire, comme ceux que MM. Siemens en ploient pour un appareil analogue.

L'administration télégraphique de Vienne expose u appareil Morse, dans lequel on emploie un petit électro moteur, au lieu de ressort ou de poids, pour mettre le rouages en mouvement. C'est un électro-moteur automa tique, c'est-à-dire qu'il part après l'arrivée du premie signal et qu'il s'arrête quelque temps après le dernier Cet effet se produit d'une manière très-simple : le premie mouvement du levier causé par une attaque dégage u second levier qui tombe sur une roue à came, sur l'ax d'un des rouages. Le contact entre ce levier et la rou ferme un circuit local et fait agir l'électro-moteur.

chaque révolution, la roue à came soulève le levier dans une position telle que, si aucun signal n'arrivait en ce moment, il retomberait contre le butoir qui le retenait, et, un instant après, la came quitterait le levier et couperait le circuit local. Cet instrument est ingénieusement combiné et construit, mais pour le moment il est probable que, dans la pratique, on préférera les poids ou les ressorts.

Un second appareil Morse à pointe sèche, exposé par M. Hipp, présenterait beaucoup plus d'intérêt, sans le succès des appareils à encre exposés par MM. Digney et MM. Siemens. M. Hipp s'est efforcé d'obtenir du mouvement d'horlogerie la force nécessaire pour gaufrer le papier; il ne se sert, pour ainsi dire, de l'électro-aimant que pour faire marcher ou arrêter les rouages. M. Hipp voulait, par ce moyen, supprimer le relais; mais les appareils à encre empêcheront l'usage de son récepteur.

Digney frères exposent un récepteur qui imprime à l'encre les signaux Morse sur la bande de papier. L'arrangement de l'armature et des électro-aimants est semblable à celui du relais polarisé de MM. Siemens, arrangement qui, ainsi que nous l'avons expliqué, permet à l'appareil de fonctionner avec des courants voltaïques ou électro-magnétiques. Quand un courant arrive, un léger levier, réuni à l'armature de l'électro-aimant, soulève la bande de papier et la presse contre un petit disque circulaire. Quand le courant cesse, le papier retombe. Le disque est maintenu en rotation par le mouvement d'horlogerie et tourne en sens contraire à la direction qu'il tend à prendre lorsqu'il est pressé par le papier. Le bord du disque est constamment humecté par un tampon contre lequel il touche à sa partie supérieure. Lorsque le papier est soulevé contre le disque, il décrit un angle très-faible, de manière à ne rester en contact que sur

une petite surface. La longueur de la ligne impri
dépend du temps que le papier reste soulevé, de m
que, dans l'ancien système, la longueur de la marqu
relief dépendait du temps que la pointe restait pr
contre le papier. Il suffit d'un très-faible courant p
soulever la légère bande de papier et y produire une
pression nette, et, dans la plupart des cas, on peu
dispenser du relais et du circuit local.

Ce système semble être un immense perfectionnen
pratique : il substitue l'action directe à l'action indire
un signal bien distinct à un signal moins net et per
de diminuer les piles. Il est exclusivement adopté
l'administration française. L'invention du premier ré
teur à encre de ce genre est généralement attribuée à
Hongrois, M. Thomas John.

Il est évident que la manière dont le disque de ces
pareils reçoit l'encre peut varier considérablement et
perfectionner. La forme primitive, celle du tampon h
mide, présente plusieurs inconvénients; il faut le chan
fréquemment ; parfois il est trop humecté et d'autres f
trop sec; s'il n'est pas manié avec soin, il salit le pap
et les mains de l'employé.

Siemens, Halske et Ce exposent deux de ces appare
modifiés; dans l'un se trouve une petite bouteille a
embouchure poreuse reposant sur le disque; dans l'aut
qui semble bien préférable, le disque plonge à moi
dans une auge à encre que l'on maintient toujours
même niveau au moyen d'une vis qui permet de la so
lever graduellement. Le petit disque tournant dans ce
auge est constamment et également humide, et le rés
voir peut se remplir facilement et avec propreté. Av
cette disposition, l'armature soulève le disque contre
papier, au lieu de soulever le papier contre le disque.

Le point le plus important est la rotation indépendante du disque dans un sens opposé à celui que lui ferait prendre le frottement du papier. Cette particularité est commune à tous les appareils dont nous venons de parler. C'est cette rotation qui conserve la tranche du disque dans le même état, soit pendant la transmission des signaux, soit pendant les interruptions.

MM. Digney exposent une autre modification de l'appareil Morse, dans laquelle l'armature, au lieu des électro-aimants polarisés de Siemens, est disposée comme dans le relais que nous avons déjà décrit sous le nom de système Melloni. Dans un de ces appareils Digney, les bobines du relais sont subdivisées et peuvent être employées par séries de différentes résistances, selon la longueur des circuits.

E. Tyer expose deux appareils Morse à encre. Dans l'un, un petit tube placé au-dessus du papier est alimenté d'encre par un réservoir; une soufflure est pratiquée dans le tube et le papier s'imprime quand il est pressé contre l'ouverture de cette soufflure. L'ouverture est trop petite pour laisser passer l'encre, excepté au contact du papier, et le filet qui coule constamment dans le tube pour aller tomber dans un autre réservoir empêche la coagulation de se produire sur ce point. Quand le premier réservoir est vide, on les retourne tous deux; une nouvelle soufflure se présente au papier et l'encre revient dans le premier réservoir.

Dans l'autre récepteur se trouve un disque humecté par un tampon en drap imprégné d'encre avec lequel il reste toujours en contact. Le disque n'a pas un mouvement de rotation indépendant, ce qui, d'après nous, est indispensable pour qu'il conserve tous les points de sa surface également humides en tout temps.

M. Hipp expose un récepteur de construction nc
qui a pour but d'obtenir une vitesse plus grand
une pile plus faible et sans emploi de relais. Il p
d'adopter l'alphabet Steinheil imprimé sur une ba
papier par deux rangs de points en relief.

Le caractère particulier de cet appareil consiste
que l'intensité du courant n'a aucune influence
force et la rapidité de l'impression. Le courant re
détacher une des deux armatures dont l'attractio
pective par les deux électro-aimants est presque c
balancée par deux ressorts. Une des armatures est
chée par le courant positif, l'autre par le courant né
Leur mouvement dégage un cliquet, en même tem
les rouages impriment le point voulu, et l'armatu
vient à sa place avec une extrême rapidité. Le mani
teur est disposé comme les touches d'un piano e
forme une lettre en abaissant ensemble un certain no
de touches.

Il est évident que la disposition du récepteur p
une grande rapidité et que l'on obtient une grande
combinée avec une délicatesse extrême. La précisio
réglage est déterminée par la variation du magné
rémanent après une succession de signaux positifs e
gatifs. M. Hipp prétend qu'avec son appareil la main
transmettre cent quatre-vingts lettres par minute,
n'y a pas de raison d'en douter, si l'on en juge d'apr
travail des employés qui se servent du télégraphe a
tique de sir Ch. Bright.

6° *Dispositions spéciales* (*non automatiques*) *d'a
reils transmetteurs et récepteurs.* — MM. Siemens, H
et Ce exposent une série complète d'appareils propre
transmission, à la réception et à la translation des sig
Morse sur les lignes sous-marines. Ils ne se proposen

…menter la vitesse avec laquelle les signaux peuvent …ivre sans se confondre; mais ils déchargent la ligne …fin de chaque dépêche, en ayant soin d'empêcher que …charge ne passe dans le relais de départ. Le système …é pour une station intermédiaire se compose de : …x relais polarisés déjà décrits; 2° deux appareils à …analogues à ceux qui ont été décrits plus haut, …disposés de façon à s'ouvrir automatiquement et …tés dans le but de permettre la translation et la dé… de la ligne; 3° deux manipulateurs de construc… particulière; 4° deux paratonnerres, deux galvano…es, deux commutateurs et deux *distributeurs* pour …ir les communications directes ou en translation.

…s deux parties les plus dignes d'intérêt sont le récep… et le manipulateur. Le premier devient automatique …une disposition très-simple. Le courant local établi …le relais passe par un électro-aimant supplémentaire …i fait distinct de celui qui fait marcher le levier. …mature de ce second électro-aimant est l'extrémité …levier dont l'autre bout porte un petit ressort qui …uie sur un cylindre fixé sur l'axe de la dernière roue …serie et qui agit comme frein pour arrêter le mou…nt d'horlogerie. Le ressort est relevé et le mouve… l'horlogerie est libre aussitôt que, le courant local …établi, l'armature est attirée. Quand le courant local …, le frein ne retombe pas de suite sur le cylindre, …ché qu'il est par une goupille qui glisse entre le …r-frein et un autre cylindre à rotation lente au mo…nt où le premier levier est écarté. Il est difficile de …comprendre sans dessin cette disposition très-simple …d'un effet très-heureux. Le levier principal écrivant est …posé de manière à permettre la translation du message …sur une seconde section de la ligne sous-marine, et

le levier-frein remplit deux fonctions importante dant la translation. Il est en communication perm avec la ligne sur laquelle la seconde transmissio et est isolé du massif de l'appareil. Aussi longtem est maintenu par la goupille, pendant la réceptio translation, la communication est rompue entre conde ligne et le relais, de sorte que le courant d' ne traverse pas le relais; mais aussitôt que le levie retombe, la ligne et le relais communiquent de no et tout ce qui est transmis par cette ligne est reçu transmis à la fois sur la première ligne. De plus, de joindre la ligne et le relais, la goupille établ courte communication avec la terre pour que la dé ne traverse pas le relais. Plusieurs combinaisons complètes sont ainsi réalisées par des moyens simples.

Le translateur envoie des courants alternativeme sitif et négatif avec deux contacts seulement, au r d'une double pile. La chute du levier est lente, temps employé à ce mouvement est entièrement pour les contacts de pile. Cet inconvénient est év partie par l'effet d'un petit ressort qui peut être aju façon à rendre la perte de temps insensible et à al le contact en sorte que les signaux ne se raccour pas dans la translation.

Les relais, comme les récepteurs à encre, sont d à fonctionner avec des courants inversés, au mo simples contacts établis avec deux piles distinct contact met la ligne en communication avec la pil tive ; un autre avec la pile négative. Il est évident système exige un plus grand nombre d'élémen celui de sir Charles Bright, qui emploie indifféré les courants positif et négatif d'une même pile.

ne s'ensuit pas que la consommation du zinc et du sulfate de cuivre soit beaucoup plus considérable dans le premier cas, pourvu que les actions locales des piles soient faibles, car chacun des circuits des deux piles n'est fermé que la moitié du temps pendant lequel la pile unique est fermée. MM. Siemens prétendent qu'après une longue expérience des deux méthodes, ils préfèrent les courants de deux piles distinctes, comme offrant plus de simplicité que l'emploi du manipulateur à inversion.

La particularité qui distingue le manipulateur sous-marin de MM. Siemens consiste dans un mouvement latéral que l'on donne à la poignée et au moyen duquel on coupe, au commencement de chaque dépêche, la communication avec le relais local; la ligne est ensuite, pour un instant, mise à terre, bien que cette communication n'ait pas une utilité immédiate; enfin le contact inférieur est établi avec la pile négative. Le contact supérieur reste constamment relié à la pile positive, et le levier à la ligne. Alors, si l'on manipule à la manière ordinaire, les signaux sont formés par des courants inversés. Quand la dépêche est terminée, la poignée revient à sa position primitive, et ce mouvement latéral enlève le courant négatif du contact inférieur auquel est relié le levier, et par conséquent la ligne; puis il met un instant le levier et la ligne en communication avec la terre, ce qui décharge la ligne et garantit d'un courant de retour le relais qui se trouve en dernier lieu placé dans le circuit de la ligne et prêt à recevoir les signaux de la station correspondante. On peut, selon les besoins, changer les communications au moyen de chevilles coniques. Les commutateurs, galvanomètres, paratonnerres n'ont pas besoin d'une description spéciale.

La construction de tout ce système d'appareils est

excellente; entre les mains d'employés habiles, tels qu' devrait toujours les choisir pour les lignes sous-marin il donnera des résultats très-satisfaisants. Néanmoins est étonnant qu'il ne contienne aucune disposition s ciale pour parer aux difficultés et aux retards qui rés tent de l'induction latérale dans les longs câbles so marins.

Siemens, Halske et Ce exposent aussi un appa Morse destiné aux transmissions simultanées, dans seul fil, en sens opposé. Cette impossibilité apparen peut être surmontée par des moyens très-simples, et système de MM. Siemens n'est qu'une des nombreu solutions qui ont été proposées.

Soient A et B deux stations, et supposons que des gnaux Morse ordinaires soient transmis par les conta successifs de pile et terre établis par le manipulat Morse, dont le levier est relié à la ligne. Le relais c tient deux bobines qui, avec des courants égaux, prod ront des effets égaux sur l'armature. Une de ces bobi est mise dans le circuit entre le levier et la ligne; l'au est placée dans un second circuit entre le même levier un groupe de bobines de résistance dont l'autre extrém communique avec la terre. On fait en sorte que la rés tance du groupe des bobines soit égale à celle de la lig Les extrémités des bobines du relais, qui sont en cont avec le levier, sont choisies de telle sorte que deux co rants allant du levier aux bobines aient des effets oppo sur l'armature. Si les deux courants sont égaux, l'arm ture restera immobile. Les deux stations sont disposé symétriquement. Supposons que A transmette à B: abaisse son levier; il établit un contact entre la pile et ligne; arrivé au levier, le courant se divise : la moit s'en va sur la ligne après avoir traversé une bobine

relais A, puis il passe dans une bobine du relais B et va à la terre par le levier B. Une portion tout à fait insensible entre dans la seconde bobine du relais B, dont l'armature fonctionne sous l'influence d'une seule bobine, et B reçoit le signal de la façon ordinaire. L'autre moitié du courant passe par l'autre bobine du relais A, par les bobines de résistance, et de là à la terre. Cette seconde moitié du courant est exactement égale à la première, puisque la résistance des deux circuits est égale, et les deux courants égaux, mais antagonistes, laissent l'armature du relais A insensible. Maintenant, pendant que le levier A est abaissé et envoie le courant, supposons que B abaisse aussi son levier pour transmettre à A. Le courant de B se bifurque dans les deux bobines du relais local; une moitié neutralise le courant reçu de A; mais l'autre moitié, passant du levier dans la seconde bobine du relais, produit sur le relais exactement le même effet que produirait le courant reçu en allant de la première bobine au levier. De cette manière l'armature du relais continue ou commence à être attirée, absolument comme si elle recevait simplement le signal de A à travers la première bobine.

Nous avons fait observer que le courant envoyé par B sur la ligne neutralise le courant envoyé par A, et nous avons vu l'effet produit sur le relais B; mais cette neutralisation se fait aussi sentir dans le relais A où aucun courant ne passe maintenant dans la première bobine. D'un autre côté, la moitié du courant de la pile A passe dans la seconde bobine A, et, comme il n'est contrebalancé par aucun courant dans la première, il fait fonctionner le relais A; ce courant, s'en allant du manipulateur à travers la seconde bobine, produit exactement le même effet qu'un courant arrivant de la ligne au mani-

pulateur à travers la première bobine. Ainsi nous v que, quelle que soit la position du levier A, en bas haut, en communication avec la pile ou avec la te relais A fonctionne chaque fois que la seconde s envoie un signal. Il fonctionne directement sous fluence du courant reçu, si le levier est en haut, et rectement sous l'influence de sa propre pile, si le est en bas. Mais le levier peut se trouver dans une sième position, c'est-à-dire entre les deux contacts ; ce cas, le courant reçu passe dans la première bobin rive au levier, entre dans la seconde bobine et dan bobines de résistance et se perd à la terre. Les deu bines produisent alors des effets qui doivent s'ajout lieu de se soustraire ; mais d'un autre côté, la résis de tout le circuit étant doublée, le courant est dimin moitié. L'armature du relais éprouvera donc, dan troisième cas, la même attraction que dans les autres. Par conséquent, si la résistance des bobine résistance, à chaque station, reste exactement égale à de la ligne, les signaux seront reçus absolument d même manière, que le levier soit en haut, en bas dans la position intermédiaire, ou, en d'autres ter qu'il soit en contact avec la pile, la terre ou isolé.

On n'a pas trouvé que cet ingénieux système pût a une utilité pratique. La résistance des lignes varie co dérablement selon le temps, et les employés ne peu ou ne veulent pas faire avec soin les changements ne saires dans la résistance des bobines. Il faudrait aussi la résistance des piles fût insensible comparativeme celle de la ligne et que l'intensité des deux piles fût ég conditions probablement un peu difficiles à réunir d la pratique.

La Compagnie magnétique expose un télégraphe ac

tique employé dans toutes ses stations importantes. Ce système a été introduit par MM. Bright. Le professeur Wheatstone et le docteur Steinheil, de Munich, avaient l'un et l'autre combiné un système acoustique avec leurs premiers télégraphes ; mais celui dont nous parlons est le seul de ce genre qui soit usité en Europe. Le transmetteur, nous l'avons déjà dit, consiste en une paire de manipulateurs qui peuvent se mouvoir rapidement et dont les contacts sont établis de telle sorte que l'employé qui transmet ne fait pas passer son courant dans son appareil acoustique, et que, le levier une fois relevé, l'appareil est prêt à recevoir les signaux du correspondant. Un des manipulateurs transmet les signaux positifs; l'autre, les signaux négatifs. Le récepteur se compose d'un relais et de deux timbres de sons différents, l'un à la droite, l'autre à la gauche de l'employé. Nous avons déjà décrit le relais : il ferme le circuit local dans lequel se trouvent les électro-aimants d'un des deux timbres ; un de ces électro-aimants correspond aux courants positifs ; l'autre, aux courants négatifs. Ce système offre des avantages incontestables sur l'appareil à aiguille. Les yeux de l'employé restent libres ; il peut écrire sa dépêche comme sous la dictée, avec cet avantage que chaque mot est saisi, non comme il est prononcé, mais comme il est épelé. C'est ce qui fait que les dépêches sont transcrites plus correctement que si deux employés sont occcupés, l'un à lire, l'autre à écrire sous la dictée. Ainsi, non-seulement un seul employé fait le travail de deux, mais il le fait mieux.

On attribue encore à ce système d'autres avantages sur les appareils Morse imprimants. On dit qu'il fonctionne plus rapidement, c'est-à-dire qu'il transmet un plus grand nombre de mots par minute. On a reçu correctement jusqu'à quarante mots par minute ; mais, en pratique, les

employés ne doivent en recevoir que vingt. On prétend qu'il y a au moins autant de chances d'erreur à transcrire la dépêche d'après des signaux vus sur le papier qu'à l'écrire au son. On dit aussi que l'emploi des rouages, dans les récepteurs Morse, ne permet pas la même facilité de conversation, la même rapidité de correction que l'appareil acoustique ou l'appareil à aiguille. Enfin le télégraphe acoustique est par lui-même une sonnerie. La seule objection qui semble devoir être faite contre ce système est l'absence d'impression des dépêches.

Les compagnies télégraphiques peuvent seules prononcer sur la valeur pratique de cette objection. En 1861, sir W. O'Shaughnessy rapportait que la substitution du système acoustique au système Morse produisait, sur les lignes de l'Inde, une économie d'environ 3,000 livres (75,000 francs) par an, avec deux fois moins d'erreurs dans les dépêches. La Compagnie magnétique prétend que l'appareil acoustique lui épargne la dépense de plusieurs mille livres par an en copistes.

La Compagnie des chemins de fer de l'Etat, de Vienne, expose un système ingénieux qui n'exige de piles qu'aux stations extrêmes, les stations intermédiaires n'en ayant que pour les besoins locaux. Deux piles égales, avec des pôles opposés, sont en communication constante avec la ligne, aux stations extrêmes. En abaissant le manipulateur à l'une des stations, l'employé de cette station isole sa propre pile de la ligne et la remplace par une communication à la terre qui permet à l'autre pile de faire fonctionner l'appareil du bureau où elle se trouve et les appareils de tous les bureaux intermédiaires. Lorsqu'une station intermédiaire abaisse son manipulateur, elle retranche du circuit son appareil et met chaque côté de la ligne à la terre par l'entremise de bobines d'une résistance

telle que les courants, produits par les deux piles qui font marcher tous les autres appareils, aient à peu près la même intensité que le courant d'une de ces piles, quand on abaisse un manipulateur extrême. Voilà deux ans que ce système est mis en pratique; il est aujourd'hui appliqué sur 4,000 milles de ligne, dans 63 stations de chemins de fer et 70 bureaux du gouvernement. Il doit recevoir encore de l'extension. Il y a des objections évidentes à faire contre ce système; mais on peut répondre que les résultats sont néanmoins satisfaisants, que l'on économise 80 pour 100 sur la dépense des piles, et qu'on doit l'adopter très-prochainement pour des lignes nouvelles. Ceux qui désireraient de plus amples détails trouveront une excellente description des appareils et des communications dans la *Notice sur les objets envoyés à l'exposition internationale de Londres*, publiée par la Compagnie des chemins de fer autrichiens.

Digney frères exposent ce qu'on pourrait appeler une station portative pour les armées ou autres usages analogues. Une boîte, de 15 pouces sur 7 et 7 1/2, contient un manipulateur, un récepteur Morse complet, avec rouleaux de papier, etc., un galvanomètre et autres accessoires. Une pile est renfermée dans une seconde boîte, ou bien, au lieu de pile, on peut se servir du transmetteur Siemens, à courants d'induction, dont nous avons parlé.

J. Leopolder, de Vienne, expose un système encore plus compacte, dans lequel tout ce qui compose un appareil Morse, excepté la pile, est renfermé dans une boîte de 12 pouces 1/2 sur 8 1/2 et 3 1/2 [1].

(*La suite au prochain numéro.*)

[1] Traduit par M. Labussière.

DES

LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES BELGES

EN 1862 ET 1863.

SITUATION, RÉSULTATS ET RENSEIGNEMENTS DIVERS

PAR M. J. VINCHENT,
Ingénieur en chef, directeur des télégraphes.

(Extrait des *Annales des travaux publics de Belgique.*)

Une notice datée d'avril 1862[1] a donné la situation des lignes télégraphiques belges au début de cette année, ainsi que les résultats de l'exercice 1861. Cette situation et ces résultats n'ont pas été modifiés dans une forte proportion en 1862; mais des mesures importantes ont préparé, pour l'année 1863, un développement considérable de correspondances, de lignes, d'appareils et de bureaux nouveaux. La loi du 6 août 1862 a ouvert au département des travaux publics un crédit de 325,000 francs destiné à l'extension du réseau, surtout en vue d'y raccorder un grand nombre de localités éloignées des chemins de fer.

Le tarif de nos correspondances avec le royaume des Pays-Bas, qui variait autrefois de 3 à 6 francs, d'après les distances, a été remplacé, à dater du 1er octobre 1862, par une taxe uniforme de 2 francs. Un arrêté royal du 7 décembre 1862 a réduit à 1 franc par télégramme de un à

[1] Voyez un extrait de cette notice dans les *Annales télégraphiques*, t. V, p. 470.

vingt mots, à partir du 1er janvier 1863, la taxe de 1 fr. 50 c. qui était appliquée antérieurement à toutes les correspondances télégraphiques échangées à l'intérieur du royaume. Enfin, les relations avec le réseau français, soumises autrefois à un tarif de 3 à 12 francs, ont été taxées uniformément à 3 francs par télégramme de vingt mots, à dater du 1er mai 1863. Ces causes réunies ont amené, dans la progression de 1862 à 1863, des différences remarquables. C'est pourquoi nous avons jugé intéressant de réunir dans un même travail l'examen des opérations des deux exercices.

Cette progression est détaillée dans le tableau ci-après, en ce qui concerne le développement du réseau télégraphique national :

INDICATION DES ÉPOQUES.	LONGUEUR des LIGNES télégraphiques en kilomètres.	DÉVELOPPEMt DES FILS conducteurs en kilomètres.	NOMBRE de BUREAUX ouverts au public.	NOMBRE D'APPAREILS en service.
Situation au 1er janvier 1862.	1,727	4,493	165	265
— — 1863.	1,890	4,803	196	290
— — 1864	2,647	6,238	252	365
Travaux exécutés en 1862.	163	310	31	25
— — 1863.	757	1,435	56	75
Extension pendant les deux années.	920	1,745	87	100

Au 1er janvier 1864, la longueur totale des lignes télégraphiques de l'État est de 2,647 kilomètres. Le nombre de fils conducteurs placés sur le même parcours varie de 1 à 15. Le développement total des fils s'élève à 6,238 kilomètres.

En ce qui concerne le mode d'installation, les lignes et les fils conducteurs sont répartis comme suit :

	Lignes.	Fils conducteurs.
Fils sur poteaux établis, savoir :		
Sur les chemins de fer de l'État..	733 kilom.	3,797 kilom.
Sur les chemins de fer concédés..	1,039	1,413
Sur les routes ordinaires.	868	982
Fils souterrains, dans les villes. . .	7	46
Totaux. . . .	2,647	6,238 kilom.

Les lignes télégraphiques établies en dehors des chemins de fer entrent pour une forte partie dans les installations de 1863. Sur les 757 kilomètres construits pendant cette dernière année, 617 sont établis sur routes ordinaires. Les lignes de cette catégorie, qui formaient à peine, en 1862, la septième partie du réseau, en constituent maintenant le tiers. Comme elles sont les moins importantes, quant au trafic, elles n'ont généralement qu'un fil conducteur. Leurs fils n'atteignent en conséquence que le sixième du développement total.

Les renseignements qui précèdent ne comprennent pas les fils télégraphiques des chemins de fer concédés qui ont, en Belgique, un développement de 1,189 kilomètres. Ces fils sont établis, soit sur les lignes télégraphiques de l'État, soit sur des lignes appartenant exclusivement aux sociétés concessionnaires. Ces dernières ont une longueur totale de 185 kilomètres. De même que pendant les années précédentes, les lignes et les appareils télégraphiques des chemins de fer concédés sont utilisés généralement au service des correspondances privées, sous la surveillance et pour le compte du gouvernement.

L'ensemble des lignes télégraphiques du pays comprend donc 7,427 kilomètres de fils, répartis sur un parcours de 2,832 kilomètres de routes et de chemins de fer.

Il y a eu 31 bureaux nouveaux ouverts au public en 1862 et 56 en 1863, y compris 11 bureaux ouverts à dater du

1er janvier 1864. Il y a donc, à cette dernière date, 252 bureaux télégraphiques belges ouverts à la correspondance privée. Ces 252 bureaux peuvent être classés comme suit :

A. Bureaux de l'État, établis, savoir :	
Dans les stations des chemins de fer de l'État . . .	84
— — — concédés . . .	36
Dans les villes ou communes	52
Nombre total des bureaux de l'État	172
B. Bureaux télégraphiques des chemins de fer concédés, utilisés aux correspondances privées . . .	80
Total général	252

Sur les 52 bureaux installés en dehors des chemins de fer, l'un est établi au ministère des travaux publics à Bruxelles, un second à la Bourse d'Anvers. Tous les autres fonctionnent dans les locaux du service des postes. Depuis le 1er janvier 1862, le nombre de ces derniers bureaux a été porté de 17 à 50.

L'appareil du système Morse, employé dans 44 bureaux au commencement de 1862, fonctionne, au 1er janvier 1864, dans 97 bureaux de l'État, parmi lesquels 52 bureaux n'emploient que ce système, les 45 autres utilisant en outre des appareils à cadran et à lettres. Ces bureaux, réunissant les deux systèmes, sont généralement ceux qui ont le plus grand nombre de correspondances.

155 stations des chemins de fer de l'État et des chemins de fer concédés n'ont que des appareils à lettres, qui sont presque tous du système Lippens. Nous citerons en outre :

a. L'appareil à lettres du système Siemens avec pile, employé sur les lignes de Verviers à Herbesthal et de Landen à Maestricht ;

b. L'appareil du système Siemens, marchant au moyen

des aimants, qui fonctionne sur la ligne des Écaussines à Erquelinnes par Binche;

c. L'appareil à lettres du système Bréguet, adopté par la Compagnie du Nord dans ses stations principales de Belgique et dans toutes ses stations françaises. Il fonctionne dans cinq stations de l'État en relation immédiate avec ce chemin de fer.

En ne tenant compte que du matériel appartenant à l'État, la situation des appareils télégraphiques, au 1er janvier 1864, peut être détaillée comme suit :

	En service.	En réserve.	Totaux.
Appareils Morse.	198	31	229
— Lippens.	155	21	176
— Bréguet.	9	7	16
— Siemens.	3	»	3
Totaux. . . .	365	59	424

Il y avait en service, au 1er janvier 1862, 110 appareils Morse et 141 appareils Lippens. L'augmentation en deux années est donc de 80 pour 100 pour le premier système et de 10 pour 100 pour le second.

En ajoutant le crédit de 325,000 francs alloué par la loi du 6 août 1862, pour l'extension des lignes télégraphiques, à la somme des crédits précédents, c'est-à-dire à 976,000 francs, on arrive à un total de 1,301,000 francs, employé comme suit :

Lignes télégraphiques (poteaux, fils conducteurs, etc.).	832,046 fr.
Appareils et accessoires, locaux, mobilier	331,200
Lignes rachetées (avec appareils, concessions, etc.). .	72,000
Part dans l'indemnité allouée au professeur Morse.. .	16,172
Valeur des approvisionnements en magasin.	19,362
Total dépensé.	1,270,780 fr.
Somme disponible sur le dernier crédit.	30,220
Total égal	1,301,000 fr.

Pour évaluer le prix de revient des lignes télégraphiques établies par le gouvernement, il faut opérer comme dans le travail précédent, c'est-à-dire retrancher de la longueur des lignes de l'Etat 59 kilomètres de lignes rachetées et les 206 kilomètres de fils qui s'y trouvaient placés. Il reste alors, comme étendue du réseau qui a coûté 832,046 francs :

Lignes.	2,588 kilomètres
Fils conducteurs.	6,032 —

On a dépensé, depuis l'origine, une somme de 55,258 fr. pour les fils souterrains, ceux qui ont été établis dans les tunnels, les cours d'eau, etc. Ces fils occupent dans le réseau un espace d'environ 13 kilomètres auquel correspond un développement de 68 kilomètres de fils utilisés et compris dans les relevés qui précèdent. En retranchant de part et d'autre tout ce qui concerne ce détail particulièrement coûteux des lignes télégraphiques, il reste :

Lignes sur poteaux.	2,575 kilomètres
Fils —	5,964 —

ont coûté 776,788 francs.

La dépense moyenne, poteaux compris, est donc 302 francs par kilomètre de ligne, ou 130 francs par kilomètre de fil.

En supposant, comme nous l'avons fait précédemment, que sur chaque ligne 1 kilomètre de poteaux transportés à pied-d'œuvre et plantés soit l'équivalent d'un fil placé avec ses supports et accessoires, il y aura, dans l'ensemble que nous venons de considérer, 8,539 unités kilométriques ayant coûté en moyenne 91 francs.

Dans la somme de 72,000 francs inscrite plus haut pour lignes rachetées, il y a 25,000 francs à porter au compte des lignes proprement dites et 47,000 francs qui se rap-

portent aux appareils, etc. C'est à ce dernier compte qu'
faut porter également la part de la Belgique dans l'inden
nité accordée au professeur Morse, en 1858, par plusieu
gouvernements européens. La dépense de 1,270,780 fran
déjà citée peut alors être répartie comme suit :

Lignes télégraphiques proprement dites	857,046 fr.
Appareils accessoires, locaux, mobilier, etc. . .	394,372
Valeur des approvisionnements en magasin.. .	19,362
Total égal.	1,270,780 fr.

La somme de 394,372 francs a servi à établir 172 b
reaux télégraphiques installés avec le matériel de l'Etat
dans lesquels fonctionnent (réserve comprise) 424 app
reils. Les dépenses moyennes sont donc de 2,292 frar
par bureau ou 930 francs par appareil (mobilier et acc
soires compris).

Ces moyennes ne doivent pas être considérées comı
ayant une portée technique, car elles s'appliquent à c
appareils de systèmes divers, à des bureaux dont le m
tériel varie entre un et quarante appareils, à des ligr
installées dans des conditions très-différentes. Elles o
l'avantage de comprendre l'ensemble de toutes les dépens
effectuées depuis la première organisation du service
de faire apprécier, par l'examen des moyennes à différen
époques, si, pour un résultat analogue, les frais d'établ
sement tendent à augmenter ou à diminuer.

A ce dernier point de vue, il n'est pas sans intérêt
comparer, avec les moyennes que nous venons d'obten
celles du 1er janvier 1862.

Dépense moyenne, savoir :	1862.	1864.
Par kilomètre de ligne.	345 fr.	302 fr.
— de fil conducteur. . .	136	130
Par unité kilométrique (fil ou poteau).	97,70	91
Par bureau télégraphique complet. .	2,600	2,292
Par appareil avec accessoires.. . . .	1,070	930

La réduction considérable de la dépense moyenne, par mètre de ligne et par bureau, s'explique par le fait [en] 1863 il a été établi beaucoup de lignes à un seul fil [et] bureaux à un seul appareil. Mais cette cause, agissant [seule], aurait dû augmenter la moyenne par fil, par unité [mét]rique et par appareil, tandis que les chiffres com[paré]s accusent une diminution dans les dépenses de [...]. Nous en trouverons la cause dans les renseigne[ments] qui vont suivre, sur les modèles et les procédés [adop]tés, ainsi que sur les progrès réalisés dans cette partie [du s]ervice télégraphique.

Fils conducteurs.

[L]es fils suspendus sur poteaux, formant la presque to[talit]é du réseau télégraphique belge, sont exclusivement [en f]er galvanisé au zinc. Le diamètre de 3 millimètres [(n° 1]1, jauge anglaise) est généralement adopté. Le dia[mètr]e de 4 millimètres (n° 8) est réservé aux lignes qui [fran]chissent la frontière, pour fonctionner à longue dis[tanc]e, et aux parties voisines des usines dont les émana[tions] exercent une influence destructive sur la couche de [zinc] et sur le fer lui-même.

[N]ous reproduisons, d'après les derniers cahiers des [charg]es de l'administration, les conditions d'adjudication [techn]ique des fils de fer destinés au service des télégraphes :

Le fil sera livré en pièces d'une longueur de *deux [mille] mètres* au moins, sans aucune soudure. Les extré[mit]és devront être aussi bonnes que le milieu. Chaque [pièc]e devra former un rouleau séparé, qui aura 60 centi[mèt]res de diamètre intérieur et sera maintenu par trois [liens] en fer galvanisé dont le poids total ne pourra excé[der] 20 grammes. Le bout extérieur du fil sera indiqué [pa]r un crochet.

« Le fer sera de première qualité, exempt de paille e de tout défaut ; la surface sera bien galvanisée au zin pur, de manière à ne présenter ni taches, ni gerçures, n gouttelettes.

« Une longueur de *dix mètres* de fil n° 11 devra pes au moins 550 grammes et au plus 650 grammes. La mên longueur de fil n° 8 devra peser au moins 1 kilogramn et au plus 1100 grammes. Le diamètre ne pourra vari en dehors de ces limites.

« Le fil devra être assez souple pour pouvoir être en roulé sur lui-même, sans rupture ni gerçure, et pour fo mer des ligatures conformes aux échantillons.

« Un morceau quelconque du fil n° 11, pris soit au extrémités, soit au milieu du rouleau, devra support sans se rompre un poids de *quatre cents kilogrammes*; poids sera de *six cents kilogrammes* pour le fil n° 8.

« Le fil ne sera accepté comme bien galvanisé que s peut supporter, sans que le fer soit mis à nu et sans ro gir, même partiellement, quatre immersions successive d'une minute chacune, dans une dissolution d'une par de sulfate de cuivre dans cinq parties d'eau. Avant immersions, le fil aura été enroulé sur un cylindre d' diamètre égal au sien.

« Toute fourniture pourra être rebutée dans son enti si la vingtième partie du fil fourni ne satisfait pas a conditions précédentes. »

Les deux dernières fournitures provenant, comme précédentes, des usines belges, ont été adjugées aux p suivants :

	Fil n° 8.	Fil n° 11.
1862, 50,000 kilogrammes.	48 fr.	52 fr.
1863, 60,000 —	45	50

Ces prix s'appliquent aux cent kilogrammes, galva sation comprise.

Tout en tenant compte du rabais exceptionnel résultant de la concurrence, et du désir de certains fabricants d'être déclarés adjudicataires des fournitures destinées au gouvernement, dans l'intérêt de leurs marchés à l'étranger, on peut considérer comme très-remarquable que les conditions exigées par l'administration puissent être remplies à des prix aussi modérés. Le cahier des charges admet des fils fabriqués à l'étranger. L'avantage des frais de transport et d'un droit de 4 francs par cent kilogrammes est seul acquis à l'industrie belge. Nous avons lieu de croire, d'ailleurs, que les fils qui seraient livrés par l'étranger aux prix ci-dessus ne rempliraient pas les conditions de notre cahier des charges.

Les procédés à suivre pour joindre les fils bout à bout, au moment de la pose, ont fait l'objet de nombreux essais. Dans un premier travail sur l'établissement de nos lignes télégraphiques, nous avons fait mention de la soudure à l'étain adoptée dès lors pour assurer la parfaite conductibilité des joints. A cette époque, nos fils étaient unis en torsades, à l'instar de la pratique suivie en France. Nous n'avons pas tardé à reconnaître les inconvénients de ce procédé : il exige un degré de recuit qui diminue la résistance du fil à la traction ; de plus, il en altère la solidité à droite et à gauche de la torsade. Notre procédé actuel, qui date de plusieurs années, n'exige qu'un seul étau réunissant les deux extrémités juxta-posées, de manière à laisser, de chaque côté, un bout de 15 à 20 centimètres, qui est enroulé à la main autour du corps de l'autre fil. On resserre, au moyen d'une forte pince, et l'on soude à l'étain au milieu du joint, entre les deux rouleaux. De cette manière, le corps de chaque fil, partant du joint, reste exempt d'effort et de torsion, et l'on évite l'oxydation de cette partie par le contact de

l'acide chlorhydrique employé à préparer la sot

Les *Annales télégraphiques de France* (mai-juin fournissent sur le même sujet des renseignements ressants, dus à M. l'inspecteur Le Moyne. L'ancien en torsade est encore employé en France, mais seul pour le fil recuit. Il a été reconnu que la torsade ne pas à assurer la conductibilité et que la rouille fin interposer une couche non conductrice. On a don ployé la soudure, d'abord en plongeant la torsade e dans un bain d'étain après immersion dans l'acide, pour éviter de nuire à la solidité du fil par cette im sion complète, en ne soudant à l'étain que le milieu torsade. C'est ce qui est pratiqué en Belgique depuis sieurs années.

Essayé en France en 1860, le joint actuellement a sur les lignes belges n'a point donné de bons résulta fil s'est redressé et les bouts se sont séparés sous une tension ; dans d'autres circonstances, il y a eu oxyd et la ligne est devenue peu conductrice. Il semblera la soudure a été omise ou au moins imparfaite, ca inconvénients ne se sont pas produits chez nous.

D'autres essais sont rapportés dans le travail que citons : la juxta-position des deux bouts maintenu par un manchon, soit par une ligature de fil mince, cédés présentés avec raison comme peu commodes e clamant des accessoires ; les petits boulons proposé 1861 par M. Carpentier, galvanisateur à Paris, et l'administration française a refusé d'adopter, avec ra à notre avis, car ils avaient été employés, de 1845 à 1 par la compagnie concessionnaire de la première ligne légraphique de Bruxelles à Anvers, et abandonnés, 1851, par le service de l'Etat, comme donnant lieu à contacts imparfaits. M. Le Moyne, considérant co

plus ou moins défectueux tous les procédés de raccordement employés, conclut en recommandant d'employer des pièces aussi longues que possible, en allant jusqu'à 2,000 mètres, ce qui implique, pour chaque pièce, un certain nombre de soudures à chaud faites à l'usine. Ce procédé est fréquemment suivi en Angleterre ; la soudure est préparée comme le joint en usage en Belgique, c'est-à-dire en enroulant l'extrémité de chaque fil autour du corps de l'autre fil. L'intervalle des deux rouleaux est rempli par un fil de fer enroulé de même ; on chauffe et on forge le joint, en une seule masse, dans un moule effilé par les deux bouts, et l'on galvanise après. Certes, par ce procédé, le contact est aussi parfait que possible et le joint, par lui-même, a beaucoup de solidité. En est-il de même des deux fils à côté du joint, dans la partie où ils ont été échauffés et maniés sans recevoir un accroissement de grosseur? Il est permis d'en douter et d'appréhender des ruptures à cet endroit même, ainsi que nous l'avons constaté autrefois à côté des joints en torsades.

Nous nous sommes arrêtés à ce détail parce qu'il a son importance pratique. Les ruptures de fils causent de grandes entraves dans le service, et les contacts imparfaits sont encore plus difficiles à trouver et à réparer.

Indépendamment des fils de 4 millimètres de diamètre employés depuis vingt ans et plus sur les lignes télégraphiques anglaises ; des fils de 3 millimètres adoptés en France et en Belgique sur les lignes courtes, l'administration française a fait les essais suivants :

1° Un fil recuit de 5 millimètres, posé sans interruption de Paris à Marseille (800 kilomètres environ) et sur lequel les appareils Morse fonctionnent sans relais de pile par tous les temps ;

2° Des fils de 6 millimètres non recuits, pour la traver-

sée des montagnes dans les départements de la Loire, du Rhône et de la Corse, où les fils de 4 millimètres se brisaient l'hiver sous le poids du verglas et du givre.

On conçoit, en effet, que la quantité de glace qui s'attache à un fil télégraphique, évaluée en proportion de la section et par conséquent de la résistance de celui-ci, surcharge plus le fil mince que le fil gros. Cet essai ne pouvait qu'avoir un bon résultat et nous n'hésiterions pas à l'imiter, si certaines parties de nos lignes avaient à subir la même épreuve. En ce qui concerne la résistance au courant, nos lignes, même jusqu'aux bureaux principaux en relation dans les pays voisins, n'ont pas assez de longueur pour exiger un diamètre supérieur à 4 millimètres.

Les lignes télégraphiques souterraines établies à Bruxelles et à Anvers, dans les proportions restreintes d'un essai ont près de dix années d'existence, et pas un fil hors de service. Depuis la première installation, les fils ont été mis à découvert une fois pour être goudronnés. Mais il est probable que, si cette opération avait été faite dans le principe, il eût été inutile de la renouveler. Les fils seraient même en meilleur état. Leur situation toutefois peut être considérée comme satisfaisante, des accidents locaux provenant des excavations faites pour le gaz, la distribution d'eau, les égouts, etc., ayant seuls nécessité des réparations.

On peut donc considérer la question des lignes télégraphiques souterraines comme à peu près résolue, quant à la durée. Mais la dépense reste un obstacle, le prix des fils enveloppés de gutta-percha s'élevant chaque année. Le fil n° 16 (jauge anglaise, environ $1^m,7$ de diamètre), recouvert de deux couches de gutta-percha ayant ensemble 2 millimètres d'épaisseur, coûte actuellement à Londres 383 francs les mille mètres courants, au lieu de 255 francs

prix de 1859. Les droits d'entrée étant d'environ 7 francs pour la même longueur, et les frais de transport, emballage, etc., de 6 fr. 50 c., le prix de revient total est de 398 fr. 50 c., soit à peu près 40 centimes par mètre courant. Pour conserver la gutta-percha sans crevasses ni solutions de continuité, il est essentiel de l'enduire de goudron et de la recouvrir de bandelettes de toile ou de coton également goudronnées. Ces opérations coûtent 12 centimes par mètre courant, ce qui porte à 52 centimes le prix du mètre de fil conducteur. Les frais d'installation d'une ligne souterraine de 1,000 mètres, comprenant 10 fils protégés par des tuyaux en fonte conformes au modèle décrit dans notre travail de 1862, peuvent donc être évalués comme suit :

10,000 mètres de fil isolé et garni, à 52 centimes le mètre courant.	5,200
Tuyaux en fonte pesant 10 kilogrammes et coûtant 2 fr. 50 c. par mètre courant, plus 20 centimes pour enduit de vernis noir.	2,700
Ouverture et fermeture d'une tranchée de 75 centimètres de profondeur, pose des fils et des tuyaux, frais variables de 30 centimes à 1 franc par mètre courant.	700
Frais accessoires, imprévu.	400
Total.	9,000 fr.

C'est-à-dire huit fois autant qu'une ligne en l'air ayant le même nombre de fils.

Nous avons employé, en dernier lieu, pour traverser les cours d'eau navigables, des câbles garnis extérieurement de gros fils de fer, exactement comme les câbles sous-marins. Pour les tunnels, les fils de fer sont au moins inutiles. Il suffit que les fils de gutta-percha soient recouverts de chanvre goudronné, d'après les procédés suivis

pour la confection des lignes sous-marines. Nous a fait venir d'Angleterre les câbles destinés à ces divers ges. Les câbles sans fils de fer pour tunnels, à quatr conducteurs, reviennent à environ 1 fr. 80 c. le mètre rant. Des câbles armés de fils de fer, pour cours d'eau coûté de 2 fr. 50 c. pour trois fils, à 5 fr. 50 c. pou fils conducteurs. Ces prix varient d'après la dispositi la force de l'armature. Un câble de six fils, d'un mill glais de longueur, a été obtenu d'occasion pour 2 francs, tous frais compris, c'est-à-dire 1 fr. 70 c. le m courant.

Poteaux.

Jusqu'en 1862, les poteaux en sapin injectés de su de cuivre, d'après le procédé Boucherie, ont été empl presque exclusivement à l'établissement et à l'entre des lignes télégraphiques belges. Ce procédé étant l'o d'un brevet d'importation, les premiers poteaux prép en régie, en 1850 et 1852, avaient acquitté un droi brevet de 20 centimes par pièce, et la préparation, d compris, avait coûté, en moyenne, 20 fr. 45 c. par m cube de bois préparé. Pendant les neuf années suivan le possesseur du brevet ayant monté des chantiers p injecter par pression les traverses destinées au che de fer, le service des télégraphes s'est adressé à lui p obtenir à l'entreprise les poteaux tout préparés. Le p du contrat était fixé par poteau; il comprenait le boi la préparation. On pouvait l'évaluer, en 1860 et 1861 70 francs le mètre cube, soit environ 45 francs pour bois et 25 francs pour les frais d'injection, l'écorçage le droit de brevet.

Ce droit ayant cessé d'être dû en 1862, l'administ tion a mis la fourniture des bois en adjudication publiq

et s'est chargée de la préparation en régie, comme au début de nos lignes télégraphiques, mais en adoptant le mode d'injection par pression. En même temps, des poteaux écorcés en bois sec coupé *hors sève* ont été mis en adjudication, pour être soumis à l'injection d'huiles créosotées en vase clos. Ces circonstances nous fournissent des données plus exactes et plus récentes sur les prix de revient du bois et des deux modes de préparation.

Nous reproduirons d'abord les conditions d'adjudication des bois, telles qu'elles sont inscrites au cahier des charges de l'administration.

« Les poteaux destinés aux lignes télégraphiques sont classés par numéro, d'après les dimensions du tableau suivant :

NUMÉROS.	POTEAUX ÉCORCÉS.		POTEAUX NON ÉCORCÉS.	
	LONGUEUR.	CIRCONFÉRENCE.	LONGUEUR.	CIRCONFÉRENCE.
	m.	m.	m.	m.
1	5,50	0,42	5,70	0,50
2	6,50	0,42	6,70	0,50
3	7,50	0,42	7,70	0,50
4	9,00	0,42	9.20	0,50
5	5,50	0.60	5,70	0,70
6	6,50	0,60	6.70	0.70
7	7.50	0.60	7,70	0.70
8	9,00	0,63	9,20	0,75
9	10,50	0,63	10,70	0,75
10	12,00	0,68	12,20	0,80

« Il ne sera accordé aucune tolérance *en moins* sur ces dimensions. La circonférence sera mesurée à 2 mètres du pied des poteaux.

« Les poteaux seront en bois de pin, de sapin ou de mélèze du pays. Les bois devront être sains et de bonne qualité; ils ne seront ni gélifs, ni roulés, ni échauffés, ni piqués. Ils seront tout à fait exempts de pourriture, de

nœuds vicieux, de gerçures, de fentes ou d'autres défauts quelconques.

« Les *pieds d'arbres* seront seuls acceptés, avec *culasse* suffisamment apparente pour qu'il n'y ait aucun doute. Chaque poteau devra être *parfaitement droit et rond* depuis le sommet jusqu'à 1m,50 de la base.

« Les poteaux seront transportés, déchargés et mis en tas à l'emplacement indiqué par l'administration, le tout aux frais de l'entrepreneur.

« Ils seront fournis par livraisons successives, réglées par les commandes du service des télégraphes, d'après les besoins des chantiers de préparation.

« Les avis d'adjudication feront connaître les délais d'exécution des commandes, le nombre *maximum* de poteaux à exiger par jour ou par semaine, et les tolérances en plus ou en moins sur les quantités commandées.

« *Poteaux écorcés. — Les poteaux à préparer à la créosote* seront parfaitement écorcés et auront le sommet taillé en pointe, de forme conique, comme les poteaux placés en dernier lieu sur les lignes télégraphiques de l'État.

« L'administration pourra exiger de l'entrepreneur la preuve que la coupe des bois n'a pas eu lieu pendant la séve, et qu'ils ont été abattus *deux mois* au moins avant le jour de la fourniture.

« Les dimensions indiquées au tableau ci-dessus pour les poteaux écorcés ne pourront être dépassées au delà des tolérances suivantes, savoir :

« 15 centimètres en plus sur la longueur.

« 8 — — sur la circonférence.

« *Poteaux non écorcés. — Les poteaux à préparer par l'injection du sulfate de cuivre* seront livrés *avec l'écorce* bien intacte et *fraîchement abattus*.

« L'administration sera en droit de rebuter ceux qui

auraient été abattus plus de trois fois vingt-quatre heures avant leur déchargement à l'emplacement indiqué par l'administration, ou ceux qui arriveraient avant le jour fixé par la commande.

« Les poteaux, dont les dimensions excéderont le *minimum* fixé au tableau ci-dessus, seront admis sans limite de tolérance. Ceux dont les dimensions seraient trop faibles pourront être admis dans les numéros inférieurs, si l'entrepreneur en fait la demande. »

Les dimensions des poteaux sont, en résultat, les mêmes, quel que soit le mode de préparation. Seulement, pour la préparation en vase clos, les poteaux sont livrés tels qu'ils doivent être plantés sur les lignes, afin qu'il n'y ait point de perte de matière. Pour l'injection de sulfate par pression, il est essentiel que les arbres aient conservé leur écorce aussi intacte que possible. On exige donc un diamètre plus fort, dans la proportion de l'épaisseur de l'écorce et 20 centimètres de plus en longueur, afin qu'on puisse scier le pied du poteau, lorsque la coagulation de la séve résineuse ralentit par trop l'introduction de la dissolution préservatrice. On sait également que l'injection, par ce système, ne peut s'opérer complétement et rapidement que sur des arbres coupés fraîchement. Le traitement en vase clos réclame au contraire des bois privés de séve autant que possible.

Les arbres plus gros que la dimension fixée sont admis sans limites pour l'injection de sulfate de cuivre qui se fait en régie, jusqu'à des limites assez rapprochées pour le créosotage qui est fait à l'entreprise et par pièce. On ne peut, en effet, exiger de l'entrepreneur, qu'il prépare pour le même prix, des pièces plus fortes que certaines dimensions convenues.

En ne tenant compte que des dimensions réellement

utilisées après l'écorçage et en se basant sur la moyen des pièces fournies, on peut fixer approximativem comme suit, le cube de chacun des échantillons don cahier des charges donne les dimensions. Nous inscriv en regard les prix d'adjudication, en 1862 et en 18 pour les deux genres de fournitures.

NUMÉRO de L'ÉCHANTIL-LON.	LONGUEURS.	CUBE MOYEN PAR PIÈCE.	PRIX D'ADJUDICATION.		
			POTEAUX écorcés.	POTEAUX NON ÉCORC	
				1862.	1863.
	m.	m.c.	fr. c.	fr. c.	fr.
1	5,50	0,090	3 25	» »	»
2	6,50	0,110	4 25	4 75	5 25
3	7,50	0,120	5 25	5 75	5 50
4	9,00	0,140	6 25	6 76	6 50
5	5,50	0,170	7 25	» »	» »
6	6,50	0,210	8 25	7 75	7 »
7	7,50	0,230	9 25	8 75	7 70
8	9,00	0,270	11 50	13 50	9 20
9	10,50	0,300	» »	16 »	12 »
10	12,00	0,450	» »	20 »	15 »

Ce relevé fait voir que le prix des poteaux n'a pas calculé par les entrepreneurs en proportion du volun On conçoit que diverses circonstances, telles que le de de croissance des bois dont ils peuvent disposer, la d tance du lieu d'abatage de certaines parties au lieu fourniture, les quantités à fournir, fassent varier les p indépendamment des dimensions exigées.

Le créosotage a eu lieu à l'entreprise, au chantier éta près des bassins de Gand pour la préparation des traver destinées au chemin de fer. Le prix de cette opérati était stipulé par pièce de chaque échantillon et calcul environ 17 francs le mètre cube. Cette proportion ét un peu dépassée pour les deux numéros les plus forts

cause des difficultés que présente la manœuvre des fortes pièces.

Pour évaluer par pièce les frais de la préparation au sulfate de cuivre, il faut répartir, au prorata du volume, les dépenses faites par l'administration au chantier de Lierre, où les poteaux soumis à ce procédé, en 1862 et 1863, ont été fournis et préparés. Les poteaux fournis en vertu de l'adjudication de 1862 ont été préparés en septembre, octobre et novembre 1862, mars et avril 1863. Ils étaient au nombre de 3,297. En appliquant les moyennes précédentes au nombre de pièces par échantillon, le volume total fourni devait être de 474$^{m.c.}$,680 pour un prix de 21,321 francs. Ils ont donc été livrés au prix moyen de 44 fr. 91 c. le mètre cube. C'est, à quelques centimes près, le taux de nos évaluations de 1861.

Les frais de préparation se composent de la valeur du sulfate de cuivre employé, du salaire des ouvriers et des frais généraux. On a employé, pour les 3,297 poteaux, 5,028 kilogrammes de sulfate de cuivre de provenances diverses, dont le prix a varié de 83 fr. 50 c. à 85 fr. 25 c., moyenne : 84 fr. 50 c. les 100 kilogrammes; prix total. . . . . 4,248 f. 66 c.

Main-d'œuvre : un préparateur et douze aides. 4,008 35

Total des frais spéciaux. . . 8,257 f. 01 c.

Les frais généraux comprennent d'abord un tantième de la dépense nécessitée par l'installation du chantier, l'acquisition des réservoirs, tuyaux, ustensiles, etc. Cette dépense s'est élevée à 3,000 francs, et l'on peut évaluer à 10 pour 100 ou 300 francs l'intérêt et l'amortissement de ce capital, pour une première année d'emploi. En y ajoutant une somme de 678 francs pour frais de surveillance

des premières réceptions et des quatre premiers mois de travail, on évalue à 978 francs les frais généraux correspondant aux 475 mètres cubes de bois susmentionnés.

Les frais de préparation par mètre cube ont donc été, pour cette première série d'opérations :

Sulfate de cuivre	8 fr.	94 c.
Main-d'œuvre	8	44
Frais généraux	2	06
Total	19 fr.	44 c.
En y joignant le prix du bois	44	91
on obtient le prix de revient du mètre cube	64 fr.	35 c.

En appliquant les mêmes calculs aux 5,484 poteaux fournis au chantier de Lierre, en vertu de l'adjudication de 1863, et préparés du 1er mai au 1er décembre de cette année, nous trouvons qu'ils ont coûté 32,480 fr. 80 c. pour un cube total de 476 mètres cubes. Le mètre cube a donc coûté 43 fr. 54 c., somme approximativement égale à la moyenne de l'autre année.

Il a été consommé, pour l'injection de ces poteaux, 9,614 kilogrammes de sulfate de cuivre livré, par adjudication publique, à 82 fr. 50 c. les 100 kilogrammes, soit pour une somme de 7,931 fr. 55 c. La main-d'œuvre a coûté 5,754 fr. 15 c. Enfin les frais généraux comprennent, outre 300 francs comme l'autre période, pour intérêt et amortissement du matériel, une somme d'environ 1,000 francs pour renouvellement partiel et complément des tuyaux en caoutchouc nécessaires pour amener la dissolution aux poteaux.

Ces diverses dépenses, rapportées à l'unité de volume, se répartissent comme suit :

Sulfate de cuivre..	10 fr. 63 c.
Main-d'œuvre.	7 71
Frais généraux..	1 74
Frais de préparation, par mètre cube. . . .	20 fr. 08
Prix du bois..	43 54
Prix de revient total par mètre cube.. . . .	63 fr. 62 c.

Ces résultats se rapprochent beaucoup de ceux de la période précédente. Il y a eu diminution dans les frais généraux et dans la main-d'œuvre, ce qui s'explique facilement, la mise en train d'un atelier donnant toujours lieu à des dépenses que l'on peut éviter dans la continuation du travail. La quantité de sulfate de cuivre absorbé a été beaucoup plus grande dans la seconde période. Elle s'est élevée à 12k,9 par mètre cube, tandis que, dans la première période, elle n'avait été que de 10k,5. Le travail ayant été conduit de la même manière, la différence ne peut être attribuée qu'à ce fait, d'ailleurs constaté, que les poteaux livrés en suite de l'adjudication de 1863, étaient généralement plus forts que ceux de la fourniture précédente.

Ces divers renseignements ont été réunis, dans le relevé qui va suivre, de manière à indiquer le prix de revient par poteau pour chacune des dimensions employées, savoir :

a. Pour les poteaux préparés et fournis à l'entreprise avant 1862 ;

b. Pour les poteaux fournis par adjudication publique en 1862 et injectés de sulfate de cuivre par l'administration ;

c. Pour les poteaux fournis et préparés de même en 1863 ;

d. Pour les poteaux fournis par adjudication publique et créosotés, à l'entreprise, au chantier de Gand.

Les prix des bois et du créosotage, en 1862 et 186
sont ceux des soumissions : les frais de préparation a
sulfate de cuivre sont répartis proportionnellement a
volume. Nous avons laissé en blanc les prix correspo
dants aux numéros non fournis sur certains marché
On peut facilement les calculer au prorata du volume.

Il y a lieu de remarquer :

1° Que le prix du bois de sapin continue la progressi
ascendante que nous avons déjà constatée, depuis 185

2° Que les frais de préparation au sulfate de cuivre,
régie, diffèrent du prix de la même opération effectué
l'entreprise d'une quantité correspondante au droit
brevet et au bénéfice de l'entrepreneur ;

3° Que dans la préparation à la créosote, il y a é
nomie, non-seulement sur les frais de l'opération, n
aussi sur le prix du bois, eu égard aux difficultés p
grandes que présente l'approvisionnement d'arbres f
pour être soumis à l'injection, dans la mesure exacte
besoins du chantier.

Relevé comparatif des frais d'acquisition et de préparation des poteaux en sapin destinés aux lignes télégraphiques du royaume de Belgique.

DIMENSIONS DES POTEAUX.				PRÉPARATION AU SULFATE DE CUIVRE, à l'entreprise en 1860.			PRÉPARATION AU SULFATE DE CUIVRE, En régie au chantier de Lierre.						PRÉPARATION AUX HUILES CRÉOSOTÉES, à Gand en 1862 et 1863.		
							ADJUDICATION DE 1862.			ADJUDICATION DE 1863.					
NUMÉRO	LONGUEUR.	CIRCONFÉRENCE	VOLUME approximatif.	BOIS.	PRÉPARATION.	PRIX TOTAL.	BOIS.	PRÉPARATION.	PRIX TOTAL.	BOIS.	PRÉPARATION.	PRIX TOTAL.	BOIS.	PRÉPARATION.	PRIX TOTAL.
	m.	m.	m.c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
1	5,50	0,42	0,090	3 50	2 »	5 50	» »	» »	» »	» »	» »	» »	3 25	1 50	4 75
2	6,50	0,42	0,110	4 25	2 25	6 50	4 75	2 14	6 89	5 25	2 21	7 46	4 25	1 80	6 05
3	7,50	0,42	0,120	4 75	2 50	7 25	5 75	2 33	8 08	5 50	2 41	7 91	5 25	2 10	7 35
4	9,00	0,42	0,140	5 50	3 »	8 50	6 75	2 72	9 47	6 50	2 81	9 31	6 25	2 50	8 75
5	5,50	0,60	0,170	6 75	3 75	10 50	» »	» »	» »	» »	» »	» »	7 25	3 »	10 25
6	6,50	0,60	0,210	8 »	4 50	12 50	7 75	4 08	11 83	7 »	4 21	11 21	8 25	3 60	11 85
7	7,50	0,60	0,230	9 50	5 50	15 »	8 75	4 47	13 22	7 70	4 61	12 31	9 25	4 20	13 45
8	9,00	0,63	0,270	12 50	7 50	20 »	13 50	5 25	18 75	9 20	5 41	14 61	11 50	5 60	17 10
9	10,50	0,63	0,300	15 »	10 »	25 »	16 »	5 83	21 83	12 »	6 02	18 02	» »	» »	» »
10	12,00	0,63	0,430	20 »	13 »	33 »	20 »	8 30	28 30	15 »	8 63	23 65	» »	» »	» »
Prix de revient par mètre cube.				45 »	25 »	70 »	44 91	10 44	64 35	45 54	20 08	63 02	41 26	17 20	58 55

En cherchant à nous rendre compte, dans un trav précédent, des résultats économiques de la préparati des poteaux destinés aux lignes télégraphiques, no avons calculé, pour chaque cas, la dépense annuelle ajoutant à l'intérêt du prix d'acquisition et des frais mise en œuvre une annuité suffisante pour reconstit ce capital de premier établissement à l'expiration de durée probable des matériaux considérés. Cette annu supplémentaire est donnée par la formule :

$$a = \frac{0{,}05p}{(1{,}05)^n - 1},$$

dans laquelle p représente les frais d'acquisition et mise en œuvre, n le nombre d'années de durée et 0,05 5 pour 100 l'intérêt annuel.

Nous avons appliqué cette formule :

1° Aux poteaux non préparés pouvant durer cinq et coûtant 45 francs par mètre cube, plus 16 francs transport et de placement, pour le nombre de pote correspondant à cette unité de volume ; 2° aux pote injectés de sulfate de cuivre, pouvant durer quinze an coûtant, par mètre cube, 70 francs, plus 16 francs de fr de transport et de plantation.

Nous avons trouvé, pour frais annuels, par mètre cul

Bois non préparé.	14 fr. 10 c.
Bois injecté	8 28

c'est-à-dire une économie de 41 pour 100 résultant de préparation.

Une expérience de deux années de plus confirme, qu à l'injection du sulfate de cuivre, les durées respect qui ont servi de base à cette comparaison. En ce qui c cerne l'emploi des huiles créosotées, l'expérience n'est assez longue encore. Cependant, les bons résultats obte

dans les voies de chemins de fer font présumer que l'avantage sera au moins égal. Supposons provisoirement que les poteaux créosotés dureront aussi quinze ans.

Il reste à modifier les prix de revient d'après les opérations des deux dernières années. Ces prix ont été, en moyenne et en chiffres ronds :

a. PRÉPARATION AU SULFATE DE CUIVRE.

Prix du bois,	par mètre cube.	44 fr.	» c.
Frais d'injection, etc.,	— .	20	»
Prix de revient total	— .	64 fr.	» c.

b. PRÉPARATION AUX HUILES CRÉOSOTÉES.

Prix du bois,	par mètre cube.	41 fr.	» c.
Frais de préparation	— .	17	50
Prix de revient total	— .	58 fr.	50 c.

Le prix de 41 francs par mètre cube est celui qu'il convient d'appliquer, dans l'hypothèse de l'emploi de poteaux non préparés. En effet, les exigences spéciales de la préparation au sulfate de cuivre n'existeraient pas dans ce cas; on profiterait même de la faculté de fournir sur plusieurs points et le plus près possible des lignes à installer.

Nous avons donc à calculer la valeur de *a* pour les frais d'établissement suivants :

57 fr.	» c.	(41 + 16)	avec cinq	années de durée;
80	»	(64 + 16)	avec quinze	—
74	50	(58,50 + 16)	—	—

Les trois valeurs correspondantes sont respectivement, 4,33, 3,71 et 3,45. En y ajoutant l'intérêt annuel du capital de premier établissement, nous obtenons pour dépense totale, par mètre cube et par année :

Pour les poteaux non préparés.	13 fr.	18 c.
— préparés au sulfate de cuivre. .	7	71
— — aux huiles créosotées.	7	44

Ainsi, en admettant que les deux modes de prépa
aient les mêmes effets quant à la durée, l'économie
culée d'après les opérations de 1862 et de 1863, ser
41 1/2 pour 100 par l'emploi du sulfate de cuivre,
43 1/2 pour 100 par la préparation aux huiles créos

Ce dernier procédé a des inconvénients dont i
tenir compte. Les poteaux, lorsqu'ils sortent de la
dière, doivent rester exposés à l'air pendant assez
temps, afin que leur surface soit convenablement se
Si l'on néglige cette précaution ou s'il faut les emp
sans délai, leur manutention, pour le transport et la
tation, détruit les vêtements des ouvriers, leur br
peau des mains et du visage. L'aspect et l'odeur de
teaux récemment créosotés sont également désagr
dans le voisinage des habitations. Si l'expérience
moyen de conservation ne fournit pas la preuve
avantage marqué sur le sulfate de cuivre, au point d
de la durée, ce dernier procédé devrait conserver la
rence qu'il a obtenue jusqu'ici en Belgique et en F

Les propriétés antiseptiques du sulfate de cuiv
été examinées dans diverses circonstances, et nous
résumé, il y a deux ans, les considérations émises
sujet, par le docteur Koenig dans les *Annales de l'*
télégraphique austro-germanique. Les effets des
créosotées et les qualités qu'elles doivent avoir pou
utilisées à la conservation du bois ont fait l'objet d'
intéressantes dans notre pays. Un travail très-détail
la conservation du bois par l'huile lourde de goudr
houille, dû à M. Rottier, préparateur de chimie à
versité de Gand, a été publié dans les *Bulletins de*
démie royale de Belgique (2e série, t. XV, n° 3).
rapports sur ce travail, dus à MM. de Vaux et Me
membres de l'Académie, et un rapport de MM. Va

ep et Andries sur les conditions à exiger dans l'applition du même mode de préparation aux bois destinés au emin de fer de l'Etat, sont insérés dans les *Annales des vaux publics*. Nous n'avons donc rien à ajouter aux seignements précédents qui se rapportent spécialement x poteaux des lignes télégraphiques.

Supports isolants et accessoires divers.

Nous n'avons rien changé, depuis plusieurs années, aux ets de matériel en usage pour supporter et isoler les en l'air, sur les poteaux, les murailles, les construcs d'art, etc. Les supports et tendeurs sont restés du me modèle et ont donné les résultats les plus satisfaits. Nous avons déjà décrit la disposition nouvelle née à nos isolateurs ou supports ordinaires, en trois es, savoir :

1° Le crochet en fer galvanisé supportant le fil;

2° L'étrier, également en fer galvanisé, fixé au poteau deux vis et conservant une certaine flexibilité;

3° La cloche en porcelaine, sans oreilles ni rainures elconques, servant seulement à isoler complétement le chet scellé au plâtre, à l'intérieur, de l'étrier qui la pporte à l'extérieur.

En signalant l'économie de cette disposition (66 centmes en 1863 par assortiment complet, vis comprises), la cilité du nettoyage, de l'entretien et du renouvellement insi que le parfait isolement à résulter de l'emploi d'une loche en porcelaine, dont la hauteur peut être augmentée utant que de besoin, nous avons fait ressortir, il y a plus le quatre ans, les chances de durée d'un appareil dont la artie délicate, la porcelaine, n'a aucun effort à supporter. Cette prévision est vérifiée par l'expérience. Soixante-dix mille isolateurs de ce système ont été placés, depuis 1859,

sur les lignes télégraphiques de l'Etat (outre un certai nombre pour les fils appartenant aux chemins de fer con cédés qui ont adopté ce modèle) ; il n'y a eu à remplacer en quatre ans, que quelques cloches brisées par malveil lance ou par accident. Pour faire apprécier le résulta à sa juste valeur, il convient de rappeler qu'en 1859, l nombre d'isolateurs de l'ancien système placés sur le lignes s'élevait à peine à 54,000, tandis qu'il en avait ét fourni 93,000 à l'administration depuis 1850. Ainsi, e neuf années, pendant lesquelles le nombre de support *en service* avait varié de 10,000 à 54,000, 39,000 pièce avaient été brisées et remplacées. C'est 4,300 pièces pa année, pour une moyenne de 32,000 objets en service o 14 pour 100, tandis que jusqu'à présent, dans le nouvea modèle, les remplacements ne s'élèvent pas à un pou mille par an.

La substitution du plâtre au soufre, pour le scellemen des crochets, doit être considérée comme une des caus principales de cette importante amélioration. Nous avon donné en 1859 des détails sur l'emploi du plâtre, don l'administration française nous avait donné l'exemple Mais la forme de notre cloche contribue aussi à sa durée c'est une pièce de porcelaine entièrement symétrique dont l'épaisseur est à peu près la même dans toutes se parties, qui n'a aucun appendice collé ou rapporté avan la cuisson et aucun effort à supporter. Il faut remarquer, en outre, qu'il est presque impossible de briser la cloche, même à dessein, de manière à faire tomber le fil. La partie supérieure, qui est protégée par l'étrier en fer, est celle qui maintient le crochet intérieur. La cloche brisée n'offre plus, il est vrai, qu'un isolement imparfait, mais on évite au moins le mélange avec les autres fils et l'interruption complète des communications.

On a cherché à préserver le fer de l'oxydation au moyen d'un enduit de caoutchouc vulcanisé ou durci par un mélange de soufre. Ce moyen, plus coûteux que la galvanisation au zinc, aurait l'avantage assez notable de rendre le fer isolant. C'est en vue de cet avantage que nous nous proposons de faire recouvrir, pour essai, un certain nombre de crochets et d'étriers, d'une couche de caoutchouc durci. Cette couche serait plus épaisse au point de contact du fil télégraphique, et nous nous sommes assuré qu'elle ne serait pas complétement enlevée par les frottements exercés pendant la pose. Il reste à constater la durée de l'enduit, et c'est surtout dans ce but que nous tentons l'expérience. Si elle réussit, l'enduit de caoutchouc devra atteindre le but que l'administration française s'était proposé, en substituant, il y a quelques années, un émail isolant à la couche de zinc qui préserve les crochets de l'oxydation. L'émail devait préserver et isoler en même temps, s'il avait été reconnu possible de le conserver intact. Le temps seul pourra permettre d'apprécier si le nouvel enduit proposé offre plus de solidité.

Ces essais se préparent dans une usine située à Menin (Flandre occidentale), où l'on fabrique, sur une grande échelle, des objets en caoutchouc vulcanisé ou durci. La même usine a fourni à l'administration, également pour essai, 2,000 supports isolants composés d'une cloche en fer coulé recouvrant une autre cloche en caoutchouc, qui sépare la première du support-console en fer forgé fixé au poteau, d'après la disposition la plus usitée en Allemagne. Le fil télégraphique passe dans une rainure, à la partie supérieure de la cloche en fonte. Chaque pièce complète coûte 85 centimes, y compris un enduit de vernis noir à base de goudron minéral. Il faudra quelques années pour constater si la cloche intermédiaire résiste aux intempéries

de l'air, de manière à conserver ses qualités isolantes et son adhérence aux deux pièces qu'elle sépare. Dans l'affirmative, cette disposition doit être considérée comme avantageuse, surtout si on arrive à la produire à meilleur marché.

Évaluation des frais de premier établissement des fils conducteurs sur poteaux.

Les installations de 1862 et 1863 nous donnent l'occasion de modifier, d'après des données plus récentes, nos évaluations précédentes concernant les frais d'établissement des lignes télégraphiques en Belgique. Nous n'attachons pas une grande importance à des moyennes qui sont destinées à varier avec le prix des matières, les localités et les circonstances. Cependant, comme ce renseignement est un de ceux qu'on nous demande le plus souvent, il n'est pas inutile de le reproduire ici.

D'après les nouvelles dispositions prises, nous n'avons employé que 12 poteaux par kilomètre, au prix moyen de 7 fr. 25 c., soit 87 francs pour le bois pris au point d'approvisionnement. Le transport étant gratuit le long des chemins de fer, il ne faut ajouter au prix du bois que les frais de manutention et de plantation qui sont, en général, de 7 francs par kilomètre, en tout 94 francs.

Pour nos lignes établies sur des routes ordinaires, à des distances des chemins de fer qui varient de 20 à 70 kilomètres seulement, nous avons eu des frais de transport s'élevant en moyenne à 13 francs pour 12 poteaux ou par kilomètre, y compris le chargement et le déchargement. Les frais de distribution et de plantation sont aussi plus élevés. On peut les évaluer à 1 fr. 50 c. par poteau ou 18 francs par kilomètre. La dépense totale sur cette longueur moyenne de route est donc de 118 francs.

Un fil n° 11, de 3 millimètres de diamètre, pesant environ 60 kilogrammes par 1,000 mètres, coûte 31 fr. 20 c., à raison de 52 francs les 100 kilogrammes. Un fil n° 8, de 4 millimètres, pèse 100 kilogrammes pour la même longueur et coûte 48 francs [1].

Les accessoires indispensables, non compris les fils isolés qu'on doit placer exceptionnellement dans les tunnels, les cours d'eau, etc., peuvent être évalués comme suit :

11 isolateurs avec étriers et vis, à 66 centimes. .	7 fr.	26 c.
1 support d'arrêt ou de tension, à 2 francs. . .	2	»
2 vis fortes pour le support, à 30 centimes. . .	»	60
1 tendeur simple, à 2 francs.	2	»
Objets divers, soudure, etc.	2	14
Total.	14 fr.	» c.

La main-d'œuvre pour placement d'un fil avec accessoires a coûté 6 francs sur les chemins de fer, et 12 francs sur les routes ordinaires. A ce dernier chiffre, il convient d'ajouter 2 francs pour frais de transport du fil et des accessoires.

Au moyen de ces éléments, la dépense par kilomètre est établie comme suit :

	Sur chemin de fer.	Sur route ordinaire.
Poteaux, transport, placement, etc. . .	94 fr.	118 fr.
Un fil n° 11, accessoires et placement. .	51	59
Un fil n° 8, — — . .	68	76
Un fil n° 11, avec les poteaux.	145	177
Un fil n° 8, —	162	194

(*La suite au prochain numéro.*)

[1] Ce sont les prix de l'adjudication de 1862. Les résultats de l'adjudication de 1863 doivent être considérés comme exceptionnels.

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

HORLOGERIE ÉLECTRIQUE.

Un système de pendules électriques se compose toujours d'un régulateur, qui est une pièce d'horlogerie ordinaire, munie d'un balancier et d'un nombre plus ou moins grand de compteurs ou pendules électriques, qui répètent l'heure donnée par le régulateur. Un fil conducteur relie tous ces appareils, et une pile d'un nombre d'éléments proportionnel à celui des pendules fournit un courant qui est successivement envoyé et interrompu dans le circuit des pendules par un mécanisme fort simple contenu dans le régulateur.

Le régulateur est une sorte de manipulateur, et les pendules sont des récepteurs correspondants.

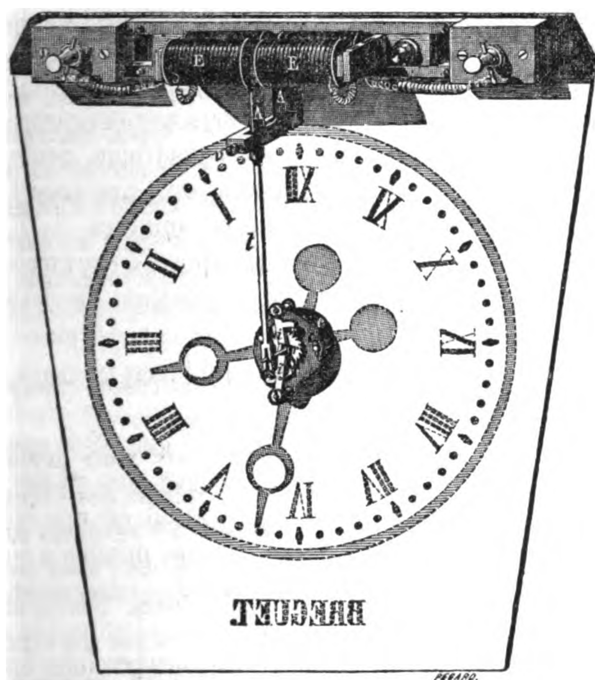
Plusieurs moyens ont été proposés pour produire cet accord d'un grand nombre de cadrans par l'électricité ; très-peu d'entre eux ont donné des résultats satisfaisants. Nous décrirons la disposition que nous avons adoptée à Lyon, où vingt-quatre horloges, placées dans les lanternes à gaz de la rue et conduites par un régulateur installé à la Préfecture, fonctionnent, depuis plusieurs années, d'une manière très-satisfaisante. Dix pendules du même système, installées dans une maison de la même ville, n'ont jamais eu besoin d'être remises à l'heure depuis trois ans.

Nous avons également placé neuf pendules de ce genre,

en juillet 1859, au poste central de l'administration des télégraphes, où elles n'ont pas cessé de marcher régulièrement.

Pendule ou compteur électrique.—Cet instrument est représenté par la figure ci-dessous, qui montre le mécanisme et par conséquent le derrière du cadran, qui est ici transparent et disposé pour être placé dans une lanterne à gaz.

Le courant passe successivement dans les deux élec-



tro-aimants E, E' de telle façon que leurs pôles de noms contraires se trouvent opposés. Entre les deux électro-aimants est placée l'armature AA, qui est en acier et aimantée ; on la fait d'une dimension un peu plus grande,

pour qu'elle ait plus de force magnétique. On comprend aisément que l'un de ses pôles, placé entre deux pôles contraires des électro-aimants E, E′, sera attiré par l'un d'eux et repoussé par l'autre ; sur le second pôle de l'armature agiront de la même façon les deux autres pôles des électro-aimants. Si le courant circulant dans les bobines vient à changer de sens, les attractions se changeront en répulsions, et inversement les répulsions en attractions, de telle sorte que l'armature portée par les vis *v* basculera et entraînera avec elle la longue tige *l* terminée par une fourchette ; dans cette fourchette pénètre une goupille portée par la pièce *i* mobile autour de sa partie supérieure ; la goupille entraîne dans son mouvement la pièce *i* et une pièce *i′* tout à fait symétrique, dont chacune porte un petit cliquet agissant sur une roue à rochet *r*, dont l'axe porte l'aiguille des minutes.

Les deux cliquets agissent l'un après l'autre ; mais celui qui n'agit pas amène un arrêt dans l'une des dents de la roue à rochet et l'empêche ainsi d'avancer de plus d'une dent par la secousse de la tige *l*, qui lui est transmise par le premier cliquet.

Le rochet a soixante dents, de sorte que, si le courant est envoyé à chaque minute et chaque fois en sens inverse, l'aiguille parcourra tout le cadran en une heure. Entre les deux platines *cc* est placée une minuterie, c'est-à-dire un système de trois roues dentées transmettant le mouvement à l'aiguille des heures.

Ces pendules, comme la plupart des pendules-compteurs électriques, n'ont pas besoin d'être remontées, l'entretien de la pile et la marche du régulateur suffisent à les faire fonctionner indéfiniment.

Quand on veut faire des horloges de grande dimension sur ce principe, on est obligé de faire usage d'un artifice

particulier ; on comprend, en effet, que la force de l'aimantation ne suffirait pas à conduire de grandes aiguilles.

On introduit dans l'appareil un rouage qui se remonte comme celui d'une horloge ordinaire. Ce rouage, comme celui du récepteur alphabétique, pousse constamment les aiguilles en avant, et les électro-aimants n'ont d'autre mission que de conduire un échappement à palettes ordinaire qui, de minute en minute, dégage le rouage et permet aux aiguilles d'avancer.

Une précaution indispensable avec ces pendules consiste à placer un verre devant les aiguilles, quand le cadran est en plein air ; il arrive souvent, en effet, faute de cette protection, que les aiguilles reculent sous l'action du vent.

On comprend que, placées dans les lanternes à gaz, ces pendules sont dans les plus mauvaises conditions possibles ; elles y sont exposées, en effet, à de grands changements de température, à des secousses produites par les coups de vent, etc., etc...

Il vaudrait mieux sans doute les placer contre le mur, réunies deux à deux dans une boîte angulaire, et en face d'un bec de gaz ; de telle sorte que, jour et nuit, on pourrait voir l'heure de tous les côtés.

Le prix des compteurs électriques pour lanterne est, quant à présent, fixé à 90 francs, y compris le verre devant le cadran et le verre bombé dépoli placé derrière le mécanisme, qui enferment la pendule d'une manière complète, la préservent de la poussière et la protégent contre le vent ; mais il est certain que, si cette application se généralisait, le prix précédent pourrait être notablement réduit.

Régulateur électrique. — On voit que la fonction du régulateur est simplement d'envoyer de minute en minute

un courant, chaque fois inversé ; c'est ce qu'on obtient par un inverseur circulaire, placé sur une roue faisant un tour en cinq minutes.

La disposition est telle que le courant est maintenu pendant quatre ou cinq secondes, afin que la fonction des électro-aimants se fasse bien sûrement ; il est interrompu ensuite pendant cinquante-cinq secondes pour éviter une trop grande dépense de la pile.

Il convient d'employer comme régulateur une très-bonne pendule ; nous préférons des pendules à balancier de sapin d'un mètre, battant la seconde par conséquent, et qui, sans être d'un prix très-élevé, ont une marche très-satisfaisante et indépendante des variations de température.

Pour obtenir la marche régulière de tout le système, il suffit, comme nous l'avons fait comprendre, d'entretenir la pile et de remonter le régulateur tous les quinze jours ou tous les mois, suivant sa construction.

Avantages de ce système. — Le principal avantage que présente ce système sur tous ceux qni ont été proposés consiste dans la suppression du ressort antagoniste à l'aimantation, dont l'emploi dans les horloges a le plus grand inconvénient. Ce ressort, en effet, est exposé à des changements de température souvent considérables dans une même journée, desquels il résulte des variations correspondantes dans sa force ; si donc à une température donnée très-élevée le ressort a une énergie convenable pour faire marcher la pendule, à une autre température plus basse la force du ressort sera plus grande que celle de l'aimantation, et le jeu de l'appareil ne se fera pas régulièrement ; d'où résulteront des retards dans la marche des aiguilles et dans l'heure indiquée.

Pour faire marcher des pendules du système que nous

venons de décrire, il faut employer environ deux fois autant d'éléments de pile qu'il y a de pendules dans le circuit; mais quand on en a un très-grand nombre à conduire, on peut les distribuer en deux circuits complétement distincts, dans lesquels le même régulateur envoie successivement le courant d'une pile ; on pourrait de la même façon distribuer les pendules en trois ou quatre circuits, et réduire ainsi le nombre des éléments au tiers et au quart de ce qu'il devrait être sans cette combinaison.

BRÉGUET,
Membre du bureau des longitudes.

STATISTIQUE

DE LA TÉLÉGRAPHIE PRIVÉE

EN FRANCE

PENDANT L'ANNÉE 1863.

Nous reproduisons, ainsi que nous l'avons fait les a
nées précédentes, les tableaux statistiques officiels publ
par l'administration française et relatifs à l'année q
vient de s'écouler.

On y remarquera la progression continue que suit
service télégraphique. Ce n'est pas que le nombre d
bureaux se soit beaucoup accru pendant l'année 186
mais le nombre des dépêches a augmenté de 15 pour 1
et le montant des taxes de 12 pour 100. Le produit moy
par bureau et par kilomètre de fil est plus considéral
que l'année précédente, tandis que le produit moyen p
dépêche a diminué. Ce dernier résultat prouve que
dépêches deviennent en général plus laconiques et que
public apprend peu à peu à mieux se servir de la lang
télégraphique.

Tableau des produits des bureaux de l'Etat.

Numéros d'ordre.	BUREAUX.	NOMBRE DES DÉPÊCHES expédiées. Intérieures.	Internationales.	TOTAL BRUT des perceptions effectuées. fr.	c	DATE D'OUVERTURE et de fermeture dans l'année.
1	Paris. — Bourse	85,069	50,974	691,009	19	
2	Marseille. — Central	74,838	30,694	599,357	97	
3	Havre Le)	56,134	16,059	275,614	14	
4	Paris. — Central	16,597	13,405	254,665	66	
5	Lyon. — Central	59,589	13,942	250,090	44	
6	Paris. — Grand-Hôtel	20,757	14,311	215,096	61	
7	Bordeaux	55,256	6,733	200,338	48	
8	Paris. — Hôtel des Postes	34,874	6,563	197,697	08	
9	Paris. — N.-D. de Lorette	15,491	10,198	145,492	30	
10	Nantes. — Central	26,802	4,198	103,189	70	
11	Paris. — Boulev. St Denis	19,026	5,171	95,450	96	
12	Paris. — Hôtel-de-Ville	24,884	3,522	89,969	25	
13	Rouen. — Central	32,198	3,378	89,339	12	
14	Paris. — Champs-Elysées	5,545	3,431	81,182	03	
15	Paris. — Hôtel du Louvre	14,893	4,127	77,194	07	
16	Paris. — Madeleine	8,063	3,939	75,470	78	
17	Paris. — Gare de l'Ouest	12,528	3,656	73,870	07	
18	Mulhouse	14,832	3,020	67,327	58	
19	Nice	12,149	4,459	61,614	87	
20	Lille. — Central	17,964	3,016	55,549	53	
21	Toulouse	20,661	355	49,608	65	
22	Bayonne	9,270	5,568	46,528	02	
23	Paris. — Gare du Nord	9,401	2,447	42,529	62	
24	Paris. — Boul. du Temple	8,415	1,520	35,354	86	
25	Strasbourg	11,205	2,044	33,837	23	
26	Montpellier	15,095	402	32,807	53	
27	Cette	11,317	974	32,510	00	
28	Dunkerque	9,707	1,992	31,585	01	
29	Caen	11,410	622	28,240	60	
30	Lille. — Postes	9,235	1,435	27,058	70	
31	Toulon	10,040	518	26,839	68	
32	Nîmes	11,716	211	26,018	60	
33	Boulogne-sur-Mer	6,677	2,559	25,668	83	
34	Vichy	3,026	228	9,233	35	O. 16 mai. F. 1er oct.
35	Paris. — Rue de Lyon	7,003	683	24,403	19	
36	Brest	11,016	135	24,391	79	
37	St-Etienne	8,590	725	23,761	80	
38	Pau	7,594	545	23,262	29	
39	Reims	8,243	655	22,380	78	
40	Paris. — Sorbonne	6,436	599	22,173	70	
41	Béziers	11,469	64	22,154	15	
42	Amiens	8,950	281	21,731	80	
43	Roubaix	6,460	965	20,999	45	
44	Rennes	8,065	211	18,946	35	
45	Paris. — Sénat	4,468	594	18,100	35	
46	Nancy	7,253	289	16,974	61	
47	Douai	7,596	522	16,696	45	
48	Avignon	5,011	575	16,565	61	
49	Perpignan	4,617	1,491	16,472	70	
50	Dieppe	5,867	1,106	15,880	19	
51	Tours	6,241	135	15,868	10	
52	St-Quentin	6,466	263	15,800	95	
53	Orléans	6,465	107	15,512	70	
54	Angers	6,493	80	15,309	35	
55	Metz	5,942	453	15,208	80	
56	Grenoble	6,309	203	15,014	35	
57	St-Malo	4,489	648	14,711	82	
58	St-Nazaire	7,821	350	14,620	74	

Numéros d'ordre.	BUREAUX.	NOMBRE DES DÉPÊCHES expédiées. Inté-rieures.	Interna-tionales.	TOTAL BRUT des perceptions effectuées. fr. c.	DATI D'OUVERT et de ferm dans l'an
59	Dijon	5,866	204	14,571 08	
60	Paris. — Gare d'Orléans	5,331	132	14,469 10	
61	Valenciennes	6,003	604	14,214 75	
62	Le Mans	5,579	224	13.913 31	
63	Biarritz	1,398	222	4,955 30	O.1er juin. F
64	Eaux-Bonnes	1,626	110	4,341 55	O. 1er juin.
65	Lyon. — Perrache	4,842	254	12,881 50	
66	La Rochelle	5,901	137	12,811 48	
67	Lorient	5,470	32	12,767 40	
68	Elbeuf	5,704	279	12 765 30	
69	Cherbourg	5,051	224	12,717 54	
70	Calais	3,052	1,265	12,196 23	
71	Paris. — La Villette	3 917	351	12,103 49	
72	Colmar	4,617	318	11,916 77	
73	Arras	5,251	144	11,570 10	
74	Bastia	3,449	1,393	11,502 35	
75	Narbonne	4,600	156	11,448 87	
76	Aix	6,516	83	11,445 05	
77	Clermont-Ferrand	5,030	46	11,358 20	
78	Marseille. — Joliette	1,987	412	11,210 42	
79	Rochefort	4,870	87	10,881 13	
80	besançon	4,510	238	10,878 50	O.12jan. F.
81	Paris. — Corps législatif	1,079	194	5,221 85	O. 5 noveml
82	Morlaix	4,614	140	10,760 90	
83	Cannes	3,716	219	9,988 47	
84	Ajaccio	3,050	1,214	9,794 40	
85	Tourcoing	2,708	853	9,688 94	
86	Angoulême	4,283	55	9,100 70	
87	Châlons-sur-Saône	3,980	89	9,090 70	
88	Limoges	3,867	41	9,013 45	
89	Poitiers	4,329	14	8,897 10	
90	Cambrai	4,521	117	8.799 63	
91	Périgueux	3,431	35	8,669 00	
92	Chambéry	3,093	541	8,397 35	
93	Sédan	2,909	275	8,144 20	
94	Saumur	3,241	152	8,139 61	
95	Honfleur	2,605	215	8,114 98	
96	Cognac	3,431	121	8,083 81	
97	Annonay	1,901	544	8,066 95	
98	Cauterets	1,141	18	2,646 20	O. 2juin. F.
99	Granville	3,197	200	8,026 94	
100	Agen	3,584	30	8.014 65	
101	St-Brieuc	3,164	105	7,793 99	
102	Fécamp	3,553	150	7,723 69	
103	Dieppe-lès-Bains	560	61	1,713 02	O.11juill.F.
104	Guebwiller	2,083	329	7,371 88	
105	Niort	3,272	27	7,339 65	
106	Chartres	3,314	68	7,317 80	
107	Tarbes	3,319	36	7,289 80	
108	Bagnères-de-Luchon	2,949	102	7,186 45	
109	Paris. — Passy	1,684	293	7,169 32	
110	Troyes	3,113	62	7,159 78	
111	Valence	3,083	63	7.063 75	
112	Pézenas	4,033	4	7,012 60	
113	Versailles	2,364	109	6,863 47	
114	Luçon	2,763	141	6,606 70	
115	Menton	1,915	565	6,585 78	
116	Paris. — Ternes (Les)	1,265	319	6,578 90	
117	Chamonix	340	472	2,176 04	O. 1er juin.
118	Nevers	2,601	19	6,328 30	
119	Trouville	2,296	104	6,034 69	

Numéros d'ordre.	BUREAUX.	NOMBRE DES DÉPÊCHES expédiées. Inté-rieures.	Interna-tionales.	TOTAL BRUT des perceptions effectuées. fr.	c.	DATE D'OUVERTURE et de fermeture dans l'année.
	Rouen. — Succursale	2,228	235	6,031	02	
	Fontainebleau	1,818	131	6,009	41	
	Montauban	2,717	23	5,982	40	
	Pauillac	4,498	46	5,973	85	
	Carcassonne	2,664	29	5,964	25	
	Paris. — Bercy	2,229	38	5,884	85	
	Dinan	1,842	244	5,757	94	
	Châlons-sur-Marne	2,638	97	5,695	70	
	Moulins	2,415	24	5,609	50	
	Quimper	2,962	35	5,582	00	
	Paris. — Batignolles	1,419	248	5,516	84	
	Laval	2,521	31	5,439	68	
	Lisieux	2,494	45	5,410	22	
	Abbeville	2,415	69	5 387	18	
	Hyères	1,568	143	5,381	83	
	Saintes	2,650	18	5,255	35	
	Vienne	2.124	121	5,239	25	
	Epinal	2,302	31	5,146	20	
	Plombières	669	25	1,701	45	O. 2 juin. F. 30 sept.
	Paris. — Gare de l'Est	271	17	847	85	O. 1er novembre.
	Castres	2,218	12	5,062	75	
	Bagnères de-Bigorre	1,865	122	5,022	80	
	Alais	2,469	36	5,011	75	
	Aix-les-Bains	1,484	302	4,885	52	
	Sables d'Olonne	2,124	83	4,844	48	
	Mont-de-Marsan	2,043	58	4 837	15	
	Marans	2,281	58	4,830	98	
	Vannes	2,199	19	4,808	90	
	Bourges	2,192	7	4,806	75	
	Nantes. — Préfecture	1,637	55	4,803	03	
	Libourne	2,262	55	4.750	85	
	Sainte-Marie-aux-Mines	2,198	69	4,726	57	
	Camp de Châlons	717	10	1,463	10	O. 25 mai. F. 14 sept.
	Dax	1,875	88	4,719	80	
	Mézières	1,919	137	4 690	80	
	Pontrieux	1,653	137	4,689	98	
	Annecy	1,766	312	4,662	53	
	Rodez	2,315	6	4,643	05	
	Aubenas	1,912	60	4,486	65	
	Beauvais	1,945	23	4 300	10	
	Lunéville	1,618	231	4,235	00	
	Mâcon	1,785	59	4 218	70	
	Arles	2,070	59	4,199	15	
	Saint-Germain	1,097	92	3,804	15	O. 1er février.
	Oloron. — Sainte-Marie	1,683	141	4,148	75	
	Roanne	1,792	26	4,109	40	
	Landerneau	1,905	54	4,104	95	
	Royan	2,001	13	4,044	65	
	Lons-le-Saulnier	1,700	50	3,949	95	
	Le Havre. — Ste-Adresse	567	103	2,624	58	O. 1er mai.
	Albi	1,854	12	3,896	35	
	Le Puy	1 683	10	3,895	30	
	Compiègne	1,529	63	3,890	05	
	Evreux	1,786	7	3,849	60	
	Aurillac	1,620	29	3,845	35	
	Alençon	1,673	27	3,824	60	
	Louviers	1,324	87	3,805	00	
	Saint-Omer	1,655	63	3,759	54	
	Cahors	1,595	18	3,733	25	
	Condé-sur-Noireau	1,584	79	3,693	50	
	Bar-le-Duc	1,577	26	3,609	40	

Numéros d'ordre.	BUREAUX.	NOMBRE DES DÉPÊCHES expédiées. Intérieures.	Internationales.	TOTAL BRUT des perceptions effectuées.	DAT D'OUVER et de fer dans l'a
				fr. c.	
181	Lyon. — Vaise	1,472	54	3,558 85	
182	Blois	1,474	17	3,525 95	
183	Draguignan	1,813	14	3,506 70	
184	Evian	277	173	1,169 48	O. 1er juin. F
185	Douarnenez	1,326	48	3,481 45	
186	Grasse	1,728	40	3,480 70	
187	Auch	1,583	7	3,448 90	
188	Mont-Dore	443	8	1,000 05	O. 1er juin. F
189	Saint-Lô	1,730	21	3,440 40	
190	Rive-de-Gier	1,115	79	3,426 55	
191	Millau	1,538	30	3,405 45	
192	Bayeux	1,441	13	3,398 55	
193	Thann	1,191	238	3,388 33	
194	Melun	1,287	28	3,269 95	
195	Saint-Servan	1,141	96	3,266 42	
196	Tarare	1,716	43	3,225 10	
197	Monaco	1,032	113	3,202 40	
198	Néris	309	7	934 80	O. 1er juin. I
199	Romans	1,202	75	3,179 75	
200	Bergerac	1,336	21	3,121 76	
201	Paimpol	1,262	62	3,112 36	
202	Brives	1,396	7	3,105 00	
203	Auxerre	1,443	2	3,062 70	
204	Saint-Chamond	1,015	133	3,049 40	
205	Gaillac	1,287	35	3 036 75	
206	Paris. — Montrouge	1,049	53	3,031 50	
207	Cabourg-Dives	440	3	978 30	O. 5 juin. F
208	Lodève	1,862	9	3,004 30	
209	Nérac	1,348	17	2,995 05	
210	Belfort	1,325	43	2,963 40	
211	Bourg	1,193	48	2,946 15	
212	Paris — Montmartre	868	84	2,877 93	
213	Villeneuve-sur-Lot	1,346	14	2,865 80	
214	Napoléon-Vendée	1,344	10	2,849 15	
215	Lannion	1,274	45	2,835 13	
216	Gap	1,218	23	2,822 00	
217	Agde	1,345	58	2,817 20	
218	Épernay	1,187	63	2,813 30	
219	Bédarieux	1,378	40	2,801 95	
220	Montluçon	1,286	7	2,799 00	
221	Montélimart	1,106	41	2,771 45	
222	Soissons	1,258	15	2,754 60	
223	Paris. — Gobelins	930	73	2,733 83	
224	Sens	1,200	18	2,710 10	
225	Tonnay-Charente	856	117	2,707 96	
226	Carpentras	1,276	52	2,697 40	
227	Creil	1,103	51	2,696 35	
228	Châteauroux	1,250	5	2,691 15	
229	Chaumont	1,153	19	2,675 70	
230	Cholet	1,185	27	2,672 70	
231	Maubeuge	1,244	186	2,663 75	
232	Corbeil	932	34	2,661 78	
233	Saint-Martin-de-Ré	1,421	5	2 639 05	
234	Flers	1,228	59	2,619 28	
235	Redon	1,235	10	2,607 85	
236	Saint-Dié	1,023	40	2,601 80	
237	Luz	361	9	862 65	O. 1er juin.
238	Vesoul	1,220	8	2,577 60	
239	Remiremont	1,028	25	2,575 40	
240	Anduze	740	50	2,548 25	
241	Châtellerault	1,178	12	2,546 75	

Numéros d'ordre.	BUREAUX.	NOMBRE DES DÉPÊCHES expédiées. Intérieures.	Internationales.	TOTAL BRUT des perceptions effectuées. fr. c.	DATE D'OUVERTURE et de fermeture dans l'année.
242	Privas	960	39	2,529 25	
243	Gueret	1,193	5	2.496 75	
244	Saint-Jean-d'Angély	1,223	6	2,491 30	
245	Falaise	1,169	11	2,482 85	
246	Havre. — Graville	599	38	1,628 55	O. 2 mai.
247	Fourmies	1,101	62	2,428 45	
248	Bernay	1,154	5	2,420 25	
249	Villefranche	1,239	24	2,402 70	
250	Guingamp	1,195	15	2,381 90	
251	Barèges	354	7	789 35	O. 1er juin. F. 29 sep.
252	Treguier	935	80	2.315 44	
253	Étampes	1,008	6	2,289 15	
254	Mazamet	1,043	13	2,288 65	
255	Pont-Audemer	1,045	14	2,288 40	
256	Le Croisic	1,043	37	2,231 66	
257	Carentan	774	132	2,227 75	
258	Ganges	1,068	6	2,220 25	
259	Gray	962	34	2,219 90	
260	Montbéliard	928	49	2,191 40	
261	Foix	1,039	»	2,186 40	
262	Vitry-le-François	1,026	4	2,160 40	
263	Le Vigan	972	40	2,158 80	
264	Neuilly-sur-Seine	403	58	1,441 25	O. 1er mai.
265	Verdun	1,001	9	2,143 00	
266	Laon	940	23	2,103 82	
267	Concarneau	1,094	15	2,090 60	
268	Lunel	1,229	2	2,085 00	
269	Villefranche-de-Rouergue	964	11	2,079 70	
270	Beaune	786	37	2,076 40	
271	Chantilly	653	70	2,070 07	
272	Paris. — Grenelle	593	78	2,061 30	
273	Dôle	995	22	2,051 00	
274	Fougères	954	12	2.036 18	
275	Condom	939	1	2,023 30	
276	Clermont (Hérault)	1,289	3	2.013 30	
277	Autun	827	16	1.997 65	
278	Bolbec	1,165	31	1.995 50	
279	Fontenay-le-Comte	1,009	2	1,994 85	
280	Le Palais. — Belle-Ile	976	12	1,993 00	
281	Vendôme	808	8	1,987 50	
282	Avranches	848	24	1,987 00	
283	Montargis	858	8	1,985 60	
284	Tulle	921	11	1,985 60	
285	Dreux	931	4	1,982 75	
286	Mayenne	931	10	1.965 80	
287	Beaucaire	987	13	1,959 30	
288	Sarlat	935	3	1,944 70	
289	Langres	812	10	1,935 40	
290	Béthune	961	21	1,920 03	
291	Pithiviers	639	62	1,897 20	
292	Pornic	324	1	557 10	O. 1er juill. F. 16 oct.
293	Valognes	756	23	1,878 47	
294	Saint-Affrique	938	2	1,861 50	
295	Marmande	863	2	1,851 80	
296	Étretat	850	37	1,834 15	
297	Antibes	982	29	1,831 35	
298	Orange	653	40	1,827 20	
299	Bourbonne-les-Bains	205	12	606 15	O. 2 juin. F. 30 sept.
300	Châteaudun	577	3	1,302 90	O. 15 avril.
301	Vire	964	6	1,819 45	
302	Sarreguemines	860	26	1,804 90	

Numéros d'ordre.	BUREAUX.	NOMBRE DES DÉPÊCHES expédiées. Inté-rieures.	Interna-tionales.	TOTAL BRUT des perceptions effectuées.	DATE D'OUVERTURE et de fermeture dans l'année.
303	Sartène	839	141	1,803 50	
304	Meaux	783	15	1,784 40	
305	Thonon	491	341	1,782 45	
306	Prades	732	23	1,764 50	
307	Saint-Denis (Seine)	575	52	1,718 40	
308	Argentan	770	4	1,713 85	
309	Aubusson	752	2	1,698 40	
310	Château-Gontier	806	2	1,695 90	
311	Paimbœuf	1,187	9	1,690 40	
312	La Flèche	721	4	1,689 40	
313	Coutances	746	42	1,685 70	
314	Figeac	744	3	1,659 60	
315	Saint-Gaudens	891	12	1,655 95	
316	Port-Vendres	658	42	1,645 25	
317	Eu	829	37	1,645 15	
318	La Seyne	561	59	1,635 20	
319	Château-Thierry	667	2	1,634 55	
320	Castelnaudary	719	7	1,633 45	
321	Tréport	766	19	1,628 00	
322	Provins	704	6	1,618 40	
323	Uzès	735	14	1,593 30	
324	Mauriac	725	2	1,591 70	
325	Digne	804	6	1,584 30	
326	Barbezieux	834	22	1,579 40	
327	Napoléonville	758	5	1,577 50	
328	Moissac	711	9	1,574 90	
329	Pontarlier	725	61	1,563 55	
330	Vouziers	707	37	1 555 05	
331	Riom	716	10	1,526 60	
332	Clamecy	607	1	1,513 50	
333	Pamiers	683	7	1,507 75	
334	Ile-Rousse	567	158	1,505 35	
335	Ferté-Macé	809	»	1,505 10	
336	Mende	782	3	1,504 00	
337	Avesnes	745	51	1,502 25	
338	Thionville	663	53	1,502 10	
339	Quimperlé	751	4	1,497 65	
340	Saint-Valéry	882	21	1,494 21	
341	Sorgues	492	64	1,493 15	
342	Bonifacio	581	165	1,484 65	
343	Péronne	688	5	1,472 80	
344	Salins	620	28	1 462 50	
345	Gravelines	471	97	1,436 30	
346	Tournon	653	12	1,430 85	
347	Blaye	852	2	1,424 30	
348	Chinon	650	6	1,419 40	
349	Jarnac	769	10	1,419 25	
350	Sarrebourg	619	21	1,403 90	
351	Ploërmel	615	1	1,400 10	
352	Saint-Pons	693	4	1,395 00	
353	Limoux	645	13	1 383 20	
354	Bonneville	641	110	1,375 95	
355	Yvetot	836	7	1,369 25	
356	Châteaulin	834	2	1,361 55	
357	Marennes	800	6	1,356 60	
358	Briançon	624	41	1,354 15	
359	La Ciotat	762	11	1,348 90	
360	Toul	636	12	1,345 70	
361	Mantes	561	12	1,345 25	
362	Rethel	654	32	1,342 90	
363	Lesparre	817	8	1,334 80	

Numéros d'ordre.	BUREAUX.	NOMBRE DES DÉPÊCHES expédiées. Intérieures.	Internationales.	TOTAL BRUT des perceptions effectuées. fr. c.	DATE D'OUVERTURE et de fermeture dans l'année.
364	Orthez	764	6	1,331 90	
365	Tremblade (La)	561	25	1,330 84	
366	Saint-Pierre d'Oléron	815	4	1,325 00	
367	Aniane	704	14	1,321 00	
368	Issoudun	649	1	1,314 80	
369	Mirecourt	667	7	1,312 10	
370	Andelys (Les)	577	2	1,293 20	
371	Nogent-sur-Seine	519	31	1,282 80	
372	Doullens	636	4	1,277 15	
373	Coulommiers	513	5	1,259 55	
374	Vitré	669	»	1,250 90	
375	Saint-Hippolyte	573	13	1,238 45	
376	Pontoise	517	12	1,234 15	
377	Martigues	828	9	1,225 20	
378	Loudun	603	1	1,223 25	
379	Saint-Pol-de-Léon	523	5	1,221 05	
380	Tonneins	566	5	1,220 50	
381	Paris. — Belleville	42	4	123 10	O. 25 novembre.
382	Joigny	559	6	1,209 10	
383	Issoire	601	18	1,206 90	
384	Lanslebourg	361	129	1,206 30	
385	Châtillon-sur-Seine	517	6	1,204 80	
386	Saint-Girons	586	2	1,204 25	
387	Corte	581	80	1,200 60	
388	Luxeuil	513	6	1,191 75	
389	Rambervilliers	187	10	414 80	O. 27 août.
390	Montdidier	473	8	1,185 30	
391	Lectoure	555	»	1,161 20	
392	Saint-Amand	575	»	1,153 10	
393	Loches	544	8	1,141 10	
394	Jonzac	509	12	1,121 90	
395	Neufchâteau	512	3	1,111 15	
396	Embrun	530	7	1,100 30	
397	Saint-Claude	583	17	1,099 40	
398	Brignoles	490	7	1,095 70	
399	Lure	526	2	1,085 20	
400	Binic	407	22	1,083 55	
401	Schlestadt	533	26	1,081 20	
402	Crest	498	14	1,066 30	
403	Bar-sur-Aube	500	3	1,059 25	
404	Wissembourg	433	100	1,057 25	
405	Château-d'Oléron	334	1	533 25	O. 1er juillet.
406	Avallon	482	9	1,054 40	
407	Morez	531	38	1,051 30	
408	Forbach	463	50	1,035 85	
409	La Châtre	454	2	1,033 20	
410	Mirande	434	3	1,029 30	
411	Saint-Flour	497	3	1,027 15	
412	Bourg-Argental	330	3	605 30	O. 28 mai.
413	Saint-Marcelin	499	3	1,009 60	
414	Vassy	431	6	1,005 70	
415	Sainte-Menehould	468	2	1,001 65	
416	Thiers	512	2	976 65	
417	Saverne	497	15	969 80	
418	Apt	508	»	959 10	
419	Murat	546	»	956 90	
420	Noirmoutiers	420	10	953 35	
421	Gien	443	»	946 90	
422	Ribérac	144	1	342 90	O. 22 août.
423	Calvi	492	63	944 60	
424	Marvejols	445	4	942 40	

Numéros d'ordre.	BUREAUX.	NOMBRE DES DÉPÊCHES expédiées. Intérieures.	Internationales.	TOTAL BRUT des perceptions effectuées.	DATE D'OUVERTU[RE] et de fermet[ure] dans l'anné[e]
425	Tonnerre	402	7	936 30	
426	Montbrison	450	3	935 50	
427	Belley	417	6	934 80	
428	Brioude	371	»	932 40	
429	Domfront	474	1	931 80	
430	Pont-l'Évêque	543	»	927 50	
431	Romorantin	425	8	927 20	
432	Ruffec	456	4	927 20	
433	Loudéac	375	5	926 40	
434	Louhans	386	4	912 00	
435	Hazebrouck	444	22	910 43	
436	Vizille	232	7	477 80	O. 24 mai.
437	Parthenay	363	»	903 00	
438	Saint-Tropez	429	14	883 00	
439	Le Blanc	356	3	873 20	
440	Vervins	286	4	623 30	O. 15 avril.
441	Gannat	408	3	865 10	
442	Fréjus	454	4	864 80	
443	La Palisse	375	3	864 65	
444	Sallanches	352	109	861 60	
445	Rambouillet	382	6	860 65	
446	Montmorillon	459	»	851 60	
447	Nogent-le-Rotrou	370	1	849 00	
448	Aigues-Mortes	423	15	847 30	
449	Yssengeaux	428	1	841 80	
450	Albertville	517	12	836 00	
451	Neufchâtel	517	1	833 10	
452	Segré	407	10	830 40	
453	Corbie	168	»	314 00	O. 16 août.
454	Nyons	250	20	827 45	
455	Ambert	398	4	825 80	
456	Bazas	509	1	821 70	
457	Sisteron	395	1	819 35	
458	Montreuil	399	4	817 75	
459	Largentière	279	11	796 50	
460	Vernon	31	»	59 00	O. 4 décembre
461	Moutiers	397	21	794 65	
462	Semur	309	8	786 30	
463	Cosne	377	1	781 55	
464	Bressuire	364	3	780 55	
465	Baume-les-Dames	403	8	764 90	
466	Montmédy	349	11	762 40	
467	Die	333	8	758 65	
468	Castel-Sarrasin	378	2	754 25	
469	Mortagne	291	4	748 30	
470	Bellac	359	»	743 80	
471	Céret	128	10	303 90	O. 3 août.
472	Pougues	113	9	368 55	O. 22 juin.
473	Ussel	343	2	705 40	
474	Manosque	366	1	703 65	
475	Lavaur	350	1	702 40	
476	Arcis-sur-Aube	320	10	699 15	
477	Nontron	345	1	695 85	
478	Audierne	412	6	684 05	
479	Sceaux	198	3	453 40	O. 3 mai.
480	Challans	320	1	675 95	
481	Nantua	316	6	660 65	
482	Florac	348	1	658 10	
483	Mauléon	375	4	657 50	
484	Charolles	294	1	655 50	
485	Baugé	304	1	654 60	

Numéros d'ordre.	BUREAUX.	NOMBRE DES DÉPÊCHES expédiées. Inté-rieures.	Interna-tionales.	TOTAL BRUT des perceptions effectuées.	DATE D'OUVERTURE et de fermeture dans l'année.
				fr. c.	
486	Saint-Julien	317	28	649 60	
487	Espalion	368	1	643 80	
488	Forcalquier	325	1	639 20	
489	Sancerre	253	6	626 90	
490	Saint-Calais	276	1	626 30	
491	Chateaubriant	321	»	623 10	
492	Saint-Sever	310	»	597 50	
493	Ancenis	209	1	345 90	O. 1er juin.
494	Arbois	316	4	587 50	
495	Mortain	242	1	586 40	
496	Mamers	311	»	586 30	
497	Poligny	322	»	585 90	
498	Gourdon	285	»	579 70	
499	Rocroi	277	11	576 20	
500	Saint-Jean-de-Maurienne	243	26	555 30	
501	Quillebeuf	257	2	544 75	
502	Macinaggio	126	55	537 55	
503	Bourganeuf	250	»	515 10	
504	Gex	213	20	514 00	
505	Saint-Yrieix	165	»	304 00	O. 28 mai.
506	Saint-Geniez	133	»	237 20	O. 14 juillet.
507	Savenay	303	»	494 30	
508	Lyon. — Croix-Rousse	70	5	159 80	O. 5 septembre.
509	Étain	266	3	474 80	
510	Lombez	198	»	469 90	
511	Ouistreham	335	3	469 75	
512	Château-Chinon	246	»	469 10	
513	Saint-Pol-sur-Ternoise	233	3	455 40	
514	Barcelonnette	243	3	455 10	
515	Castellane	217	8	451 80	
516	Briey	224	4	436 30	
517	Vermenton	135	»	255 00	O. 27 mai.
518	Confolens	189	2	409 40	
519	Moulins-Engilbert	68	»	133 50	O. 3 septembre.
520	Melle	189	»	402 25	
521	Civray	229	1	393 00	
522	Argelès	190	4	384 20	
523	La Tour-du-Pin	190	4	381 40	
524	Hendaye	54	»	89 00	O. 6 octobre.
525	Le Verdon	262	»	350 70	
526	Saint-Renan	201	»	340 80	
527	Boussac	168	»	332 55	
528	Rochechouart	152	1	327 50	
529	Cassis	174	2	302 80	
530	Château-Salins	158	1	301 00	
531	Puget-Theniers	161	2	270 20	
532	Lillebonne	19	»	22 50	O. 1er décembre.
533	Saint-Honoré	69	»	131 00	O. 10 juin.
534	Villefort	126	»	229 50	
535	Cavaillon	1	»	1 00	O. 30 décembre.
536	Aillant sur-Tholon	13	»	23 00	O. 20 octobre.
537	Beaumont-Hague	50	»	88 90	
		1,490,023	264,844	5,937,904 93	
		1,754,867			

Arrêté le 31 mars 1864.

Le Directeur général, Vte H. DE VOUGY.

Classement des départements en raison de l'importance des produits de 1863.

NUMÉRO d'ordre	DÉPARTEMENTS.	TOTAL BRUT des PERCEPTIONS effectuées par département.	NUMÉRO d'ordre	DÉPARTEMENTS.	TOTAL BRUT des PERCEPTIONS effectuées par département.
		f. c.			f. c.
1	Seine	2,211,892 63	47	Saône-et-Loire	16,874 55
2	Bouches du-Rhône	629,089 49	48	Sarthe	16,815 31
3	Seine-Inférieure	424,141 47	49	Savoie	16,675 12
4	Rhône	272,318 39	50	Ardennes	16 309 15
5	Gironde	214,994 68	51	Drôme	15,667 35
6	Nord	193,533 64	52	Doubs	15,398 35
7	Loire-Inférieure	128,555 93	53	Tarn	14,986 90
8	Hérault	112,142 28	54	Vosges	14 862 90
9	Rhin (Haut-)	97,694 53	55	Dordogne	14,774 21
10	Alpes-Maritimes	86,973 77	56	Eure	14.260 20
11	Pyrénées (Basses-)	85,314 31	57	Seine-et-Marne	13.911 71
12	Calvados	61.570 39	58	Vienne	13.911 70
13	Garonne (Haute-)	58.451 05	59	Oise	12.956 57
14	Pas-de-Calais	56,387 88	60	Aveyron	12.870 70
15	Finistère	55,516 79	61	Savoie (Haute-)	12.677 65
16	Charente-Inférieure	51,329 49	62	Eure-et-Loir	11,452 45
17	Ille-et-Vilaine	42.819 52	63	Orne	11.342 93
18	Gard	41,375 75	64	Jura	10,787 55
19	Var	40,206 91	65	Vienne (Haute-)	10.388 75
20	Rhin (Bas-)	36,945 48	66	Aube	10.200 98
21	Loire	35,887 95	67	Landes	10,154 45
22	Marne	35.514 93	68	Nièvre	9 725 50
23	Manche	32,639 10	69	Deux Sèvres	9,425 45
24	Somme	31,368 23	70	Yonne	9.251 20
25	Côtes-du-Nord	30,896 69	71	Mayenne	9,101 38
26	Corse	28,773 00	72	Tarn-et-Garonne	8,311 55
27	Maine-et-Loire	27,606 66	73	Gers	8,132 60
28	Meurthe	24,260 21	74	Cantal	7,421 10
29	Vaucluse	23,543 46	75	Saône (Haute-)	7 074 45
30	Aisne	22,917 22	76	Meuse	6 989 60
31	Morbihan	22,546 90	77	Cher	6 586 75
32	Isère	22 122 40	78	Loir-et-Cher	6.440 65
33	Charente	21,519 76	79	Marne (Haute-)	6,222 95
34	Aude	20,429 77	80	Lot	5.972 55
35	Loiret	20,342 40	81	Indre	5,912 35
36	Allier	20.306 40	82	Corrèze	5,796 »
37	Pyrénées-Orientales	20 186 35	83	Loire (Haute-)	5.669 50
38	Moselle	19,987 95	84	Alpes (Hautes-)	5,276 45
39	Seine et-Oise	19,058 60	85	Ain	5.055 60
40	Côte d'Or	18.638 58	86	Creuse	5 042 80
41	Indre-et-Loire	18,428 60	87	Ariége	4.898 40
42	Vendée	17.924 48	88	Alpes (Basses-)	4.653 40
43	Ardèche	17 310 20	89	Lozère	3,334 »
44	Pyrénées (Hautes-)	16.995 »			
45	Lot-et Garonne	16,947 80			
46	Puy-de-Dôme	16,894 20		TOTAL	5,937,904 93

Comparaison des années 1862 et 1863 [1].

LIGNES ET BUREAUX TÉLÉGRAPHIQUES DE L'ÉTAT.	ANNÉES 1862.	ANNÉES 1863.	DIFFÉRENCES SUR 1862. EN PLUS.	DIFFÉRENCES SUR 1862. EN MOINS.
RÉSEAU DÉPARTEMENTAL (Corse comprise).				
Nombre de kilomètres de lignes	25,886	26,684	798	»
Nombre de kilomètres de fils	85,112	90,327	5,215	»
SERVICE ÉLECTRO-SÉMAPHORIQUE DU LITTORAL (Corse comprise).				
Nombre de kilomètres de lignes	1,650	1,503	»	147
Nombre de kilomètres de fils	2,259	2,119	»	140
Bureaux de l'État ayant donné des produits	508	537	29	»
Nombre de dépêches taxées françaises	1,299,774	1,490,023	198,249	»
Nombre de dépêches taxées internationales	226,270	264,844	38,574	»
Totaux	1,518,044	1,754,867	236,823	»
Différence en faveur de 1863	236,823			
	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.
Produits totaux des taxes françaises	2,984,490 21	3,305,993 85	321,503 64	»
Produits totaux des taxes internationales	2,317,950 34	2,631,911 08	313,960 74	»
Totaux	5,302,440 55	5,937,904 93	635,464 38	»
Différence en faveur de 1863	635,464 f. 38 c.			
	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.
Produits moyens par kilom. de ligne	204 83	222 52	17 83	»
Produits moyens par kilom. de fils	61 70	65 73	4 03	»
Produits moyens par dépêche française	2 30	2 22	»	0 08
Produits moyens par dépêche internationale	10 24	9 94	»	0 30

[1] Ne sont pas comprises dans les évaluations ci-dessous les longueurs des câbles sous-marins qui figuraient dans le tableau comparatif des années 1861 et 1862.

Tableau mensuel comparatif des dépêches transmises en 1862 et en 1863 par les bureaux télégraphiques de l'État.

	DÉPÊCHES.											
	SERVICE INTÉRIEUR.				SERVICE INTERNATIONAL.				ENSEMBLE DES DEUX SERVICES.			
	1862.	1863.	Différence avec 1862.		1862.	1863.	Différence avec 1862.		1862.	1863.	Différence avec 1862.	
			En plus.	En moins.			En plus.	En moins.			En plus.	En moins.
Janvier...	92,340	106,719	14,415	»	16,540	18,671	2,131	»	108,844	125,390	16,546	»
Février....	88,974	103,538	14,564	»	15,769	17,343	1,574	»	104,743	120,881	16,138	»
Mars......	95,061	115,406	20,345	»	16,991	20,539	3,548	»	112,052	135,945	23,893	»
Avril.....	98,711	118,039	19,328	»	17,052	21,573	4,521	»	115,763	139,612	23,849	»
Mai.......	105,451	118,636	13,185	»	19,849	21,173	1,324	»	125,300	139,809	14,509	»
Juin......	105,141	123,890	18,749	»	18,767	21,969	3,202	»	123,908	145,859	21,951	»
Juillet....	120,078	130,615	10,537	»	19,802	22,744	2,942	»	139,880	153,359	13,479	»
Août......	126,501	143,911	17,410	»	20,772	22,918	2,146	»	147,273	166,829	19,556	»
Septembre.	123,702	136,042	12,340	»	21,942	24,837	2,895	»	145,644	160,879	15,235	»
Octobre...	120,434	139,340	18,906	»	23,324	24,974	1,650	»	143,758	164,314	20,556	»
Novembre.	107,176	131,075	23,899	»	11,170	25,370	8,200	»	124,346	156,445	32,099	»
Décembre..	108,241	122,812	14,571	»	18,292	22,733	4,441	»	126,533	145,545	19,012	»
TOTAUX.	1,291,774	1,490,023	198,249	»	226,270	264,844	38,574	»	1,518,044	1,754,867	236,823	»
RÉSULTATS GÉNÉRAUX..			En plus : 198,249 soit : 15,08 p. 0/0				En plus : 38,574 soit : 16,95 p. 0/0				En plus : 236,823 soit : 15,37 p. 0/0	

Tableau mensuel comparatif des Taxes perçues en 1862 et en 1863 par les bureaux télégraphiques de l'État.

	PRODUITS											
	SERVICE INTÉRIEUR				SERVICE INTERNATIONAL.				ENSEMBLE DES DEUX SERVICES.			
	1862.	1863.	Différence avec 1862.		1862.	1863.	Différence avec 1862.		1862.	1863.	Différence avec 1862.	
			En plus.	En moins.			En plus.	En moins.			En plus.	En m.
	fr. c.	fr. c.	fr. c.		fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	
Janvier...	218,250 02	237,841 15	19,592 13	»	170,628 80	200,174 31	29,545 51	»	388,887 82	438,015 46	49,127 64	»
Février....	207,291 40	231,759 90	24,468 50	»	162,419 59	185,326 88	22,907 29	»	369,710 99	417,086 78	47,375 79	»
Mars......	220,251 20	256,478 30	36,227 10	»	177,436 04	212,455 29	35,019 25	»	397,687 24	468,933 59	71,246 35	»
Avril.....	227,434 89	263,195 24	35,760 35	»	174,594 33	222,952 74	48,358 41	»	402,029 22	486,147 98	84,118 76	»
Mai.......	243,561 61	265,411 10	21,849 49	»	202,818 21	212,130 48	9,312 27	»	446,379 82	477,541 58	31,161 76	»
Juin......	241,183 74	271,510 20	30,326 46	»	199,344 19	205,567 71	6,223 52	»	440,527 93	477,077 91	36,549 98	»
Juillet....	276,498 75	291,398 07	14,899 32	»	195,031 59	202,421 80	7,390 21	»	471,530 34	493,819 87	22,289 53	»
Août......	290,981 79	319,376 01	28,394 22	»	205,997 09	204,348 40	»	1,628 69	496,958 88	523,724 41	26,765 53	»
Septembre.	288,678 22	304,386 27	15,708 05	»	216,918 24	226,777 11	9,858 87	»	505,596 46	531,163 38	25,566 92	»
Octobre....	280,358 11	310,457 10	30,098 99	»	230 532 14	252,226 05	21,693 91	»	510,890 25	562,683 15	51,792 90	»
Novembre.	242,377 73	287,165 41	44,787 68	»	185,575 99	275,327 92	89,751 93	»	427,953 72	562,493 33	134,539 61	»
Décembre..	240,990 90	267,015 10	26,015 20	»	203,287 98	232,202 39	28,914 41	»	444,287 88	499,217 49	54,929 61	»
TOTAUX..	2,977,876 36	3,305,993 85	328,117 49	»	2,324,564 19	2,631,911 08	308,975 58	1,628 69	5,302,440 55	5,937,904 93	635,464 38	»
RÉSULTATS GÉNÉRAUX..			En plus : 328,117 fr. 49 c. soit : 10,70 p. 100.				En plus : 307,346 fr. 89 c. soit : 13,58 p. 100.				En plus : 635,464 fr. 38 c. soit : 11,98 p. 100.	

REVUE

DE TÉLEGRAPHIE SOUS-MARINE

I

Ligne transatlantique.

L'assemblée générale des actionnaires a approuvé, le 31 mars dernier, le contrat passé avec MM. Glass, Elliot et Ce pour la fabrication et la pose du câble. Le prix total en a été fixé à 17,500,000 francs. La Compagnie a augmenté son capital en conséquence. Nous reproduisons ci-dessous le rapport du comité scientifique institué pour examiner les différents modèles de câble qui ont été proposés par les fabricants.

Dans le but de déterminer le câble qui convient le mieux pour la traversée de l'Atlantique, nous avons pris connaissance des résultats obtenus sur les divers échantillons qui ont été présentés, et nous les avons discutés.

Considérant le câble présenté par MM. Glass, Elliot et Ce, comme le plus propre à assurer le succès dans l'état actuel de la science en ce qui concerne les mers profondes, nous conseillons aux directeurs de la Compagnie de l'adopter tel qu'il est décrit dans la soumission ci-annexée.

Nous recommandons en outre que l'on observe les précautions suivantes pendant la fabrication, tant à l'usine de la *gutta-percha Company* que dans les ateliers de MM. Glass, Elliot et Ce.

La conductibilité du cuivre, qui ne devra pas être inférieure à 85 pour 100, sera déterminée par les ingénieurs électriciens de la Compagnie.

L'isolement du fil conducteur sera déterminé par rapport à une unité de mesure fixe, et ne devra pas être inférieur à celui du meilleur câble fabriqué jusqu'à ce jour.

L'âme sera essayée sous une pression hydraulique, et au plus haut degré de pression que l'on puisse atteindre avec l'appareil de Reid, qui existe en ce moment dans les ateliers de la *gutta-percha Company.*

Après l'essai sous pression, l'âme sera soigneusement examinée et sera soumise à un nouvel essai dans l'eau avant d'être transférée aux ateliers de MM. Glass, Elliot et Ce.

Tous les essais de l'âme seront faits dans l'eau, à une température de 21 degrés centigrades et après une immersion de vingt-quatre heures.

La Compagnie, aussi bien que MM. Glass et Ce, fera contrôler les essais électriques par ses ingénieurs, qui procéderont autant que possible par d'autres méthodes que les agents de la *gutta-percha Company.*

Le câble fabriqué sera constamment essayé sous l'eau à la température fixée par les électriciens de la Compagnie et sous le contrôle de ces ingénieurs.

Les joints seront essayés séparément. Un joint ne sera accepté qu'autant qu'il ne donnera pas une perte double de celle produite par la même longueur d'âme.

On fera fréquemment et avec soin des essais mécaniques sur les fils de fer et le chanvre employés. La Compagnie et les entrepreneurs feront surveiller la fabrication du fil de fer. La Compagnie fera exécuter en outre des expériences sur l'allongement de ces matériaux dans tous les ateliers de fabrication.

DOUGLAS GALTON, W. FAIRBAIRN, W. THOMSON,
C. WHEATSTONE, J. WHITWORTH.

Londres, le 31 octobre 1863.

Voici maintenant la description du modèle de câble sur lequel le choix des ingénieurs s'est arrêté :

Le conducteur est un toron de sept fils de cuivre n° 18,

ayant chacun 1^{mm},2, imprégnés de composition Chatter-ton. Le diamètre total est de 3^{mm},6 et le poids de 74 kilogrammes par kilomètre.

L'enveloppe isolante se compose de quatre couches de gutta-percha séparées par quatre couches minces de composition Chatterton. Le diamètre total est de 12 millimètres et le poids de la substance isolante de 98 kilogrammes par kilomètre.

L'enveloppe protectrice est formée de deux parties : d'abord un matelas très-doux en jute saturé d'un préservatif quelconque ; puis dix fils du n° 13, de 2^{mm},4 de diamètre, de bon fer homogène, chacun entouré de cinq torons en chanvre de Manille injecté. Ces fils sont enroulés en spirale autour de l'âme.

Le poids dans l'air est de 970 kilogrammes par kilomètre et dans l'eau de 380 kilogrammes. La tension de rupture est de 7,860 kilogrammes. Ce câble ne se romprait donc dans l'eau que sous une hauteur verticale de 20 kilomètres. La plus grande profondeur n'étant pas supérieure à 4,300 mètres, le rapport de la hauteur de rupture à la hauteur d'eau est égale à 4,64.

On remarquera que ce modèle est, aux dimension près, identique avec celui d'Alger à Port-Vendres. Mai les dimensions varient de toute nécessité, suivant la dis tance à franchir. L'ancien câble d'Algérie est donc re connu aujourd'hui encore pour le plus convenable au mers profondes. L'heureuse immersion de ce câble pa raît avoir eu une grande influence sur les décisions d comité.

La distance des points d'atterrissement étant de 3,040 k lomètres, on compte que le câble aura 3,500 kilomètre de long, le coulage étant de 15 pour 100. La vitesse d transmission pourrait atteindre huit mots par minute, a

dire de MM. Thomson et Varley, grâce à l'emploi d'appareils perfectionnés. Il est juste d'observer que ces appareils n'ont encore été essayés que sur des câbles très-courts.

II

Ligne de Corse. – Le câble immergé entre la Spezzia et le cap Corse est interrompu. Il avait été immergé en 1853, et était le plus ancien des câbles en mer profonde. Des six conducteurs qu'il renfermait, quatre avaient cessé de fonctionner à la fin de l'année dernière. Il en restait deux qui viennent de s'arrêter à leur tour. On suppose que la profondeur d'eau entre la Corse et l'Italie n'excède pas 600 à 700 mètres. Il sera peut-être possible de réparer la ligne et de la remettre pour quelques années encore en bon état de service.

Câble de Jersey. — Les marins, pêcheurs d'huîtres et autres, sont informés, par la présente, que les points exacts d'atterrissement du câble télégraphique entre Jersey et la France sont maintenant indiqués comme suit : 1° à la baie de Fliquet (Jersey) par un disque vert, fixé au haut de la Tour-Martello de Fliquet, ladite tour étant peinte en blanc ; 2° à Pirou, en France, par un disque vert semblable, placé sur un plateau, en face de la cabane du télégraphe, ladite cabane étant peinte en blanc.

Comme le câble télégraphique a été parfois rompu ou endommagé par des ancres, dragues, etc., il est fortement recommandé aux marins, pêcheurs d'huîtres et autres, de ne pas mouiller, draguer, chaluter ni se servir de grappins, ou aucun engin traînant sur le fond, dans le voisinage du câble, qui passe de la baie de Fliquet à Pirou dans une direction E. S. E. 3/4 S., et O. N. O. 3/4 N. par le compas.

Les pêcheurs qui n'emploieraient pas de compas pourront parer le câble comme suit : au sud du câble, en mettant la pointe de la coupe dans l'alignement de la tour de Rozel ; au nord du

câble, en mettant le corps de garde de Boulay Bay (Boulay Bay Guard-House) dans l'alignement de la tour de Rozel.

S. M. CLARE, secrétaire.

(*Moniteur*, 17 avril.)

Ligne transatlantique. — A la suite des conférences ouverte au ministère des affaires étrangères pour l'établissement d'un ligne télégraphique internationale projetée par M. Balestrini entı le continent européen et l'Amérique, une convention a été signé le 16 mai par S. Exc. M. Drouyn de l'Huys, MM. les ministres d Brésil, d'Italie, du Portugal et le chargé d'affaires de la républiqu d'Haïti. (*Moniteur.*)

Deux des maisons anglaises les plus importantes dans l'industri de la télégraphie sous-marine viennent de se fusionner : la Compagnie de gutta-percha et MM. Glass, Elliot et Cᵉ. La Compagnie nouvelle, constituée au capital de 25 millions de francs, s propose d'entreprendre la construction et l'entretien des lignes télégraphiques, tant sous-marines que terrestres. Elle se charg aussi de l'exploitation. Dans l'apport de MM. Glass et Elliot à Société se trouve compris le bail des câbles de Malte à Alexandri sauf l'agrément du Trésor royal, et des lignes d'Alexandrie a Caire et à Suez.

Les affaires seront dirigées par M. Glass et par M. Barclay de l'ancienne Compagnie de gutta-percha.

RAPPORT

FAIT

AU CORPS LÉGISLATIF PAR LA COMMISSION DU BUDGET

DE L'EXERCICE 1865.

(Extrait du *Moniteur* du 12 avril 1864.)

Notre attention toute particulière a été appelée sur le service télégraphique. Il n'a pu nous échapper que la télégraphie est inscrite au budget ordinaire du ministère de l'intérieur pour une somme totale de 8,983,640 francs, et qu'outre cette allocation, supérieure de 605,774 francs à celle de l'année dernière, un crédit de 1 million figure au budget extraordinaire pour les travaux neufs du même service. C'est à un réseau qui ne dépasse guère les chefs-lieux d'arrondissement que s'appliquent des dépenses aussi considérables. Quels sacrifices le Trésor devra-t-il donc s'imposer pour faire jouir tous les chefs-lieux de canton d'un progrès qu'ils réclament instamment aujourd'hui? En comparant les sommes dépensées jusqu'à ce jour et les résultats qui ont été obtenus, on peut se rendre compte de l'étendue de cette charge et on est conduit à rechercher s'il ne serait pas possible de réaliser dans des conditions moins onéreuses une amélioration indispensable.

Dans son désir de donner aux vœux des populations une satisfaction prochaine, l'administration des lignes télégraphiques a mis divers systèmes à l'essai. Tantôt elle a imposé aux villes qui demandaient le télégraphe le payement de tous les frais d'installation et l'affectation à ce service d'un local fourni par la commune, tantôt elle a stipulé la garantie d'un minimum de produits ; dans ces

derniers temps, elle a fait la dépense des fils et des appareils, dont elle a confié le maniement à des secrétaires de mairie, en n'exigeant plus des villes qu'un local approprié. meublé et entretenu à leurs frais. L'agent municipal ains chargé de la réception et de la transmission des dépêche: est rétribué au moyen d'une remise sur leur produit ; i en est de même du concierge de la mairie chargé de le porter à domicile. L'administration estime que dans ce conditions une dépense de 12 millions suffirait pour l'achè vement du réseau cantonal. Cette allocation s'appliquerai exclusivement au matériel, la rémunération du personne mixte n'entraînant aucune charge pour l'Etat.

L'expérience a démontré l'impuissance des deux pre mières combinaisons. Faire dépendre la concession du service télégraphique d'un concours pécuniaire dispropor tionné aux ressources de petites localités, ce n'est pa seulement blesser les règles de la justice distributive, c'es le plus souvent se heurter contre de véritables impossibilités. Le nouveau système, celui que l'administratioi télégraphique nomme municipal, sera-t-il plus efficace? Il est permis d'en douter. Là où il existe plusieurs employés de mairie, ils peuvent aisément suffire aux exigences d'un service régulier ; mais dans les villes où le personnel se compose d'un secrétaire unique, les attributions spéciales que lui conférerait l'administration télégraphique se cumuleraient difficilement avec ses fonctions habituelles. Et cependant la télégraphie privée est entrée dans les mœurs comme dans les habitudes du commerce et de l'industrie. Une station télégraphique assure aux localités qui en sont pourvues un avantage marqué, un privilége peu équitable, peut-on dire, au détriment de celles qui n'en ont pas été dotées jusqu'à ce jour. L'extension du réseau télégraphique à tous les chefs-lieux de

canton et aux centres de population desservis par un bureau de poste est donc devenu une nécessité.

Leur assurer ce bienfait, sans grever le budget d'une trop lourde charge, et surtout atteindre le plus promptement possible ce résultat, tel est le problème dont la solution a vivement préoccupé votre commission. Elle a pensé que la fusion des deux services publics qui procèdent d'une même origine et qui tendent à un but commun pourrait en fournir les éléments.

La poste et le télégraphe sont des instruments de transmission de la pensée qui se complètent l'un par l'autre et sont unis par une étroite solidarité. Au point de vue théorique, les analogies qu'ils présentent semblent motiver la réunion des deux administrations qui les dirigent aujourd'hui; la pratique de plusieurs pays voisins démontre qu'elle n'offrirait aucune impossibilité.

Que faudrait-il pour la réaliser? Faire arriver un fil télégraphique dans chacun des 4,558 bureaux de poste et y installer un appareil. Dans les bureaux où la manipulation des correspondances prend tout le temps des employés des postes, l'adjonction d'agents supplémentaires deviendrait nécessaire; mais dans les localités où le buraliste n'a qu'un petit nombre de dépêches à recevoir et à transmettre, ne pourrait-il pas aisément suffire à la réception comme à l'expédition des télégrammes. L'assiduité imposée aux agents de la poste et la facilité du maniement de l'appareil télégraphique répondent d'ailleurs à certaines objections formulées contre la réunion des deux services. On cherche dès lors vainement les motifs qui la rendraient irréalisable.

Le télégraphe compte en ce moment 1,147 stations, dont 847 sont établies dans des villes desservies par des bureaux de poste; la poste a 4,558 bureaux où la télé-

graphie pourrait être promptement installée. Près de 4,000 centres de population seraient ainsi dotés d'une amélioration qu'ils souhaitent vivement. L'extension du service exigerait sans doute une dépense supplémentaire de personnel; mais cet accroissement des frais peut-il se comparer à celui qui serait la conséquence forcée de la création d'un nombre égal de postes télégraphiques spéciaux?

Quant aux dépenses de premier établissement, pour la pose des fils et l'installation des appareils, elles seraient dans les deux cas les mêmes; mais l'économie obtenue sur la rémunération des agents et la location des bureaux réduirait à des proportions beaucoup plus modérées les charges imposées au Trésor par l'exécution du réseau cantonal.

Telles sont, messieurs, les considérations principales qui ont été développées au sein de votre commission en faveur d'une combinaison qui a rencontré des défenseurs ardents et convaincus. Des propositions moins radicales ont aussi été formulées dans son sein. Elles tendaient à l'adoption d'un service mixte, consistant à installer un appareil télégraphique dans les bureaux de poste qui ne sont pas en ce moment juxtaposés à des stations du télégraphe. Cette combinaison aurait, dans la pensée de ceux qui l'ont mise en avant, l'avantage de faciliter la prompte extension du réseau et de soumettre le système de la fusion à une expérience décisive.

Les idées que nous venons d'exposer ne se sont pas d'ailleurs produites sans contradiction; elles ont été combattues avec une grande énergie de conviction. Plusieurs considérations ont paru à la minorité de la commission opposer à la réunion du télégraphe aux postes un obstacle absolu. Ne sait-on pas, en effet, que la loi de 1850, faisant de la télégraphie privée un corollaire de celle de l'Etat,

l'a placée sous la surveillance directe du ministre de l'intérieur, et que les préfets ont toujours le droit d'arrêter les télégrammes dont des raisons politiques leur font regarder la transmission comme dangereuse pour la sécurité publique? Or, comment placer dans les attributions du ministre des finances une institution que les agents de l'ordre administratif sont appelés à contrôler? Le télégraphe est d'ailleurs un instrument essentiellement politique, et c'est à un ministre politique que la direction en demeure confiée.

En vain se flatterait-on de réaliser des économies au moyen de la fusion proposée. Les dépenses de premier établissement ne seront pas réduites, et quant au personnel, il restera toujours aussi coûteux, parce que, quoi qu'on dise, le télégraphe exige des employés spéciaux, non-seulement au point de vue scientifique et technique, mais à raison même de la multiplicité toujours croissante des dépêches.

Réunir deux administrations entre lesquelles la nature même des choses établit des différences profondes, c'est par conséquent se ménager des déceptions et surtout manquer le double but qu'on se propose.

Les arguments que nous venons d'exposer n'ont pas modifié l'opinion de la majorité de votre commission. Elle a pensé que M. le ministre de l'intérieur pourrait très-bien conserver sur la télégraphie privée le droit de surveillance dont il est aujourd'hui investi, lors même que la direction de ce service passerait entre les mains de l'administration des finances. La poste elle-même est bien sous un certain rapport soumise à l'action des autorités administratives et judiciaires, et la direction de ce grand service par le département des finances n'a jamais donné lieu au moindre inconvénient.

Avant de prendre une résolution définitive, nous avon voulu connaître l'opinion du gouvernement sur une ques tion dont les projets de reconstruction de l'hôtel des poste rendent en ce moment la solution plus urgente. M. l ministre d'Etat nous a déclaré que, placé en présence d'a firmations et de rapports contradictoires, le gouverneme pourrait difficilement se prononcer avant qu'une enquê approfondie lui ait fourni des éléments complets de d cision.

Néanmoins, l'immense majorité de la commission, co vaincue que la réunion du télégraphe à l'administrati des postes est une amélioration aussi facilement réalisab qu'avantageuse à tous les intérêts, croit devoir adres au gouvernement l'invitation pressante d'accomplir ce réforme dans le plus bref délai possible.

Pour assurer la mise à exécution immédiate de ce mesure, nos honorables collègues MM. le baron Esch seriaux, de la Guistière, le comte Hallez-Claparède, L bonis, Pagézy et Curé nous ont présenté l'amendem suivant :

INTÉRIEUR ET FINANCES.

« Retrancher au chapitre VII, 3e section du ministè de l'intérieur (service télégraphique), la somme 500,000 francs.

« Reporter cette somme au chapitre LXXI, 10e secti du ministère des finances (postes). »

La majorité de la commission, quel que soit son dé de voir se réaliser promptement la réforme dont elle admis le principe, n'a pu se dissimuler que l'étude système nouveau doit forcément en précéder l'orgar sation. Tel est l'unique motif pour lequel elle a écarté c amendement.

BULLETIN ET CHRONIQUE.

Télégraphie des sapeurs-pompiers. — Le capitaine Shaw, commandant des sapeurs-pompiers à Londres, s'exprime ainsi qu'il suit dans son rapport annuel pour 1863 : « Pendant le cours de l'année dernière, le télégraphe a été établi entre les postes des contre-maîtres et tous les postes secondaires de leurs districts respectifs, ce qui a complété l'organisation télégraphique entre la station centrale où je réside et les postes les plus éloignés. J'ai adopté le système le plus simple. Chaque ligne est complète par elle-même et est munie à ses deux extrémités d'appareils alphabétiques à cadran ; ainsi, une rupture n'interrompt pas toutes les communications, comme cela arriverait si plusieurs stations étaient comprises dans le même circuit. Je ne communique d'habitude qu'avec les contre-maîtres, et chacun d'eux correspond avec les postes qui sont placés sous ses ordres. Cependant, par une disposition très-simple, je puis au moment voulu être mis en relation directe avec une station quelconque et éviter le retard qu'occasionnerait la répétition du télégramme par un poste intermédiaire. J'ai donné la préférence à cette disposition, non-seulement dans le but de pouvoir réunir aussitôt que possible les hommes et le matériel qui me sont nécessaires sur un point donné, mais aussi pour éviter les erreurs auxquelles donne lieu l'emploi de signaux simples, tels que ceux que l'on emploie en Amérique, où une brigade entière peut être mise sur pied pour un incendie de mé-

diocre importance. La gravité du feu est toujours exagérée, or sait, par ceux qui sont dans le voisinage.

« En comparaison de l'ancien système d'appels, qui consis à courir de station en station, l'organisation télégraphique est grand perfectionnement et réalise une économie considérable. plus, on est plus certain de réunir promptement les pompiers début de l'incendie, au moment où des hommes exercés son plus utiles. »

Les fils et les appareils ont été fournis par la Compagnie t graphique des districts de Londres (*London district telegra*. Les appareils alphabétiques à courant d'induction qui sont c struits par MM. Siemens et Halske sont simples, durables et b appropriés à ce service. Les sapeurs-pompiers de Dublin v aussi, dit-on, avoir leur réseau télégraphique, ainsi que ceux plusieurs autres grandes villes dans le nord de l'Angleterre.

Construction des lignes. — La Compagnie télégraphique Royaume-Uni (*United Kingdom telegraph*), qui a établi un gr nombre de lignes en ces trois dernières années, a introduit da construction quelques perfectionnements qui améliorent les tra missions et qui sont dignes d'être notés. Sur la proposition M. Andrews, ingénieur de cette Compagnie, le système prin des fils de terre à chaque poteau a été modifié. Au lieu d'établi fil direct entre le support de l'isolateur et la terre (ce qui dimin beaucoup l'isolement quand les cloches étaient mauvaises et cr des pertes très-sensibles), ce fil de terre est maintenant enr trois fois autour de la traverse près du poteau. Toute l'électri qui traverse l'isolateur est arrêtée à ce point et conduite au sans pouvoir se répandre sur les autres fils de la ligne. Il n' plus que des pertes qui sont bien moins nuisibles que les mé ges, et ces pertes sont aussi faibles que possible.

La même Compagnie a reconnu en outre que, pour faire bon service, les fils doivent être largement espacés. La distance

ticale entre les traverses est de 25 à 35 centimètres, et la distance horizontale entre les isolateurs, de centre en centre, de 60 à 75 centimètres. On évite ainsi les chances d'un contact métallique entre les conducteurs voisins. Les poteaux ne supportent qu'un moindre nombre de fils; mais chacun d'eux fournit un travail plus régulier. (*Telegraphic journal.*)

Etats-Unis. — La télégraphie militaire a reçu pendant l'année 1863 une immense extension. Le département de la guerre a maintenant à sa disposition 5,326 milles de lignes, dont 1,755 milles de conducteurs aériens ou sous-marins établis l'année dernière. On a transmis par ces fils 1,200,000 télégrammes, soit en moyenne 3,000 par jour. Ces dépêches contiennent de 10 à 1,000 mots chacune, et ont pour la plupart un caractère d'extrême urgence.

Californie. — Les télégraphes s'étendent rapidement le long du Pacifique. On construit en ce moment une ligne de San Francisco à Portland (Orégon). Les fils vont être prolongés au delà de Sacramento, sur le chemin de fer du Pacifique, à travers la Sierra Nevada, afin de compléter une ligne qui franchira cette chaîne de montagnes.

La Compagnie télegraphique du Pacifique possède une ligne de 2,800 kilomètres de long, entre Chicago et la ville du Lac Salé, dans le territoire d'Utah, où elle se joint au réseau californien. Cette ligne est divisée en trois sections ; de Chicago à Omaha (territoire de Nebraska), longueur, 1,000 kilomètres ; de Omaha au fort Laramie, 1,000 kilomètres, et du fort Laramie au Lac Salé, 800 kilomètres. Le fil conducteur est en fer du n° 9 ; les poteaux sont en cèdre et espacés de 80 mètres en moyenne. C'est une des meilleures lignes des Etats-Unis. Sur la première section, on emploie une pile de 60 éléments Grove ; sur les deux autres, il suffit

de 50 éléments. Chicago travaille directement avec le Lac Salé au moyen de relais placés dans les deux stations intermédiaires. Chicago transmet même quelquefois à San Francisco, qui est à 1,500 kilomètres plus à l'ouest. Il y a deux employés à Chicago, trois à Omaha, deux au fort Laramie et quatre au Lac Salé. Tous sont de première force sur l'appareil Morse et lisent *au son* avec l'alphabet américain, qui est, on le sait, plus expéditif que l'alphabet européen. (*Telegraphic journal.*)

Australie. — Dans l'Australie méridionale, le nombre des dépêches transmises en 1863 s'est élevé à 86,851, et le produit a été de 235,000 francs. En 1862, on n'avait eu que 76,725 dépêches et 202,000 francs de recettes.

Russie. — Une correspondance contient les détails suivants sur l'extension des télégraphes en Sibérie :

On pousse activement les travaux de la ligne télégraphique qui doit relier l'Amérique à l'Europe par la Sibérie. Voici les résultats accomplis : dans les trois années qui ont précédé 1860, on a posé 1,500 verstes de fil à partir de Moscou. De 1860 à 1862, on a conduit la ligne jusqu'à Omsk ; soit encore 1,500 verstes, plus 1,000 verstes en 1863. Si l'année 1864 tient ses promesses, c'est-à-dire si l'on achève, d'un côté, la ligne d'Irkoutsk à Verchnioudinsk, et de l'autre, la ligne de Nicolaïeff à Khabarofka, il ne restera plus que 2,800 verstes de fil pour arriver à la mer du Japon, et 1,800 pour parvenir jusqu'à Pékin.

Le major américain Collins a proposé au gouvernement russe de construire un télégraphe allant d'Amérique à l'embouchure du fleuve Amour. Son projet a été adopté en principe, mais avec cette restriction que la Russie n'entreprendra l'embranchement de Verchnioudinsk à l'embouchure de l'Amour, qu'au moment où le

major Collins pourra prouver qu'il a placé la moitié de ses actions. La dépense qui incomberait au gouvernement pour cet embranchement est évaluée à 900,000 roubles.

Espagne. — La *Gazette* du 1er avril publie un décret royal portant que les provinces, villes, entreprises et établissements publics ou privés qui désireront l'établissement de nouvelles lignes télégraphiques pourront en faire la demande au gouvernement, en spécifiant la durée quotidienne du service télégraphique désiré. Le gouvernement fera étudier l'influence de l'établissement de ces lignes ou stations sur le réseau télégraphique de l'Etat et il fixera le point ou les points où devra se relier à ce réseau le service provincial, municipal ou particulier dont on fait la demande.

Aussitôt que le gouvernement aura connaissance du coût de l'installation et du service des lignes ou stations demandées, il le fera savoir à la partie intéressée qui déclarera si elle est disposée à le payer à l'Etat. En cas affirmatif, le gouvernement fixera les conditions facultatives pour l'établissement qui sera mis à exécution par l'administration ou par les intéressés, au choix et aux frais de ceux-ci qui devront, en outre, garantir suffisamment les frais de conservation et de service. Aucune ligne ou station ne pourra être ouverte à l'avenir sans déclaration préalable de sa convenance officielle faite en conseil des ministres, ou sur requête et sous les conditions spécifiées au décret royal. Il demeure entendu que le service de toute espèce de stations et lignes ne pourra être fait, conformément à la loi, par d'autres fonctionnaires que ceux du corps des télégraphes. (*Moniteur.*)

Le ministre de l'intérieur,
Le ministre des finances,

Arrêtent :

Art. 1er. Il est institué une Commission qui sera chargée d'exa-

miner si la réunion de l'administration des lignes télégraphiques et de l'administration des postes est possible, et toutes les questions que cette réunion pourrait faire naître.

Art. 2. Sont nommés membres de cette Commission :

MM. le baron Gros, sénateur, président;

Le Verrier, sénateur;

Thuillier, président de la section de l'intérieur au Conseil d'État;

Godelle, président de la section des finances au Conseil d'État;

O'Quin, membre du Corps législatif;

Le Peletier d'Aunay, membre du Corps législatif;

Leblanc, maître des requêtes au Conseil d'État, secrétaire.

Le ministre des finances, Achille Fould.

Le ministre de l'intérieur, P. Boudet.

(*Moniteur*, 6 et 7 mai 1864.)

Tarifs internationaux. — S. Exc. M. Drouyn de l'Huys, ministre des affaires étrangères, a échangé aujourd'hui avec M. le baron de Wendland, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire de S. M. le roi de Bavière, une déclaration ayant pour objet de modifier le tarif des dépêches internationales. A partir du 1er juillet prochain, toute dépêche simple expédiée d'un bureau à l'autre, de France et de Bavière, sera uniformément taxée à trois francs. (*Moniteur*, 3 juin.)

H. Blerzy.

EXPOSITION INTERNATIONALE DE 1862.

RAPPORT

SUR

LES APPAREILS ÉLECTRIQUES

PAR FLEEMING JENKIN.

TROISIÈME PARTIE.

(Suite [1].)

Appareils de transmission.

7° *Systèmes automatiques pour la transmission des dépêches avec les alphabets dont nous avons parlé.* — On a exposé quatre systèmes distincts pour transmettre les dépêches au moyen d'un mécanisme automatique et avec les alphabets mentionnés plus haut. Ce sont ceux de la Compagnie universelle des télégraphes privés, de Digney frères et Ce, de Siemens et Halske, et de T. Allan.

On sait depuis longtemps que, sur la plupart des lignes aériennes, on pourrait recevoir lisiblement les dépêches, lors même que les signaux se succéderaient beaucoup plus vite que l'employé ne les transmet, chaque signal exigeant un mouvement séparé et un acte de sa volonté. Aussi a-t-on imaginé divers systèmes pour remplacer la manipulation par la transmission indirecte ou mécanique. Dans

[1] Voir p. 5 et suiv., 209 et suiv.

tous ces systèmes, la dépêche est en quelque sorte représentée mécaniquement, par exemple par un papier découpé ou par un assemblage de types. La préparation du papier, des types ou autre équivalent, peut être faite simultanément par plusieurs employés, tandis que les dépêches ainsi préparées sont transmises successivement et avec une grande rapidité par un seul fil; de sorte que si, actuellement, une ligne pouvait transmettre trois cents dépêches par jour, on pense qu'avec le système automatique on pourrait en transmettre quinze cents ou deux mille par le même fil, dans le même temps et avec une augmentation de frais peu sensible. Nous avons déjà dit que toutes ces espérances pourraient peut-être ne pas se réaliser; mais quelques-uns des spécimens exposés sont si admirables de conception et si simples d'exécution, qu'il est permis d'espérer que ces difficultés seront heureusement surmontées. En effet, si l'on pouvait amener le public à apprendre un alphabet télégraphique et à préparer lui-même ses dépêches, on pourrait avoir confiance dans le succès du système automatique. L'employé d'un commerçant pourrait préparer les dépêches de la maison sur le papier découpé qu'on emploie pour l'appareil du professeur Wheatstone; on présenterait ce papier au bureau du télégraphe, et l'on n'aurait plus qu'à lui faire prendre son rang sur la machine; puis, à la station d'arrivée, on expédierait la bande correspondante au destinataire, qui la déchiffrerait à son aise. Les attributions d'une compagnie télégraphique se réduiraient presque à celles d'un bureau de poste. Les dépêches préparées sur papier et mises à la boîte seraient triées et transmises par groupes aux villes destinataires, au moyen d'une machine qui se trouverait à un bout du fil et qui aurait sa contre-partie à l'autre bout. A l'arrivée, elles seraient triées de nouveau, complétées

par les adresses et distribuées comme les lettres. On pourrait appliquer une certaine taxe à un mètre de papier transmis par la machine, sans tenir compte de l'alphabet, de la langue, ni du nombre de mots. Il ne faudrait pas une bien grande habileté pour préparer ou déchiffrer la dépêche, puisque ces opérations pourraient être faites à loisir. Les obligations de la compagnie seraient réduites au strict nécessaire, et sa responsabilité en serait beaucoup diminuée. Bien que ce plan ressemble peut-être aujourd'hui à une utopie, il est fort possible qu'il soit adopté un jour et qu'une dépêche télégraphique ne coûte pas plus cher qu'une lettre. Mais tant que les compagnies devront préparer les dépêches à un bout du fil et les transcrire à l'autre, nous doutons que l'emploi du système automatique puisse se généraliser.

Les avantages de ce système sont clairement exposés dans un travail du professeur Wheatstone, publié dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* [1].

Digney frères exposent un transmetteur automatique adapté aux signaux Morse. Une bande de papier est percée à l'emporte-pièce de trous rectangulaires longs ou courts, correspondant aux traits et aux points. Les trous longs et les trous courts sont faits avec deux emporte-pièce distincts, placés l'un à côté de l'autre, de sorte que tous les points se trouvent sur une ligne, et les traits sur une autre ligne latérale. Ces emporte-pièce sont mus par des leviers différents, dont les contacts sont disposés de manière que le levier des points, en s'abaissant et en se relevant, fasse avancer de deux dents une roue à rochet reliée à un cylindre, tandis que le levier des traits fait avancer de trois dents la même roue; un troisième levier,

[1] Voir les *Comptes rendus* du 24 janvier 1859 et les *Annales télégraphiques*, t. II, p. 171.

le levier des blancs, qui n'a point d'emporte-pièce, fait avancer la roue d'une seule dent. Ainsi le papier est entraîné par le cylindre, d'une longueur double ou triple de celle d'un point, selon le levier qu'on abaisse.

Le papier ainsi préparé est placé dans le transmetteur, où il est entraîné par un mouvement d'horlogerie. Il passe au-dessus d'un cylindre muni de deux rainures correspondant aux deux lignes de trous. Deux petits leviers recourbés portent à leurs extrémités des pointes qui restent dans ces rainures quand elles ne rencontrent pas le papier. Les deux autres extrémités de ces leviers servent à établir des contacts avec deux points métalliques, contre lesquels ils sont pressés par de légers ressorts. Ces deux points sont en communication avec un pôle de la pile, l'autre pôle étant à la terre. Les deux leviers sont en communication avec la ligne. Quand le papier plein passe au-dessus du cylindre, les pointes des deux leviers sont soulevées hors des rainures, et les autres extrémités des leviers sont éloignées des points de contact. Le circuit se trouve donc coupé. Quand une pointe vient à rencontrer un trou, elle tombe par ce trou dans la rainure; l'autre extrémité du levier arrive en contact avec le point métallique, ferme le circuit et envoie un courant sur la ligne. La durée de ce courant dépend évidemment de la longueur du trou et de la vitesse avec laquelle le papier est entraîné. MM. Digney évitent ainsi la difficulté d'établir de bons contacts à travers les trous du papier. Ces trous jouent un rôle purement mécanique; les contacts se font par pression, et le jeu des leviers est beaucoup plus considérable que l'épaisseur du papier.

Jusque-là ce système offre un perfectionnement réel sur plusieurs de ceux qui ont été proposés. Il a cependant ses défauts. Les emporte-pièce sont très-gros; il faut une force

assez grande pour les faire fonctionner, et la main se fatiguerait beaucoup plus qu'avec le manipulateur Morse ou le petit emporte-pièce de M. Wheatstone. La traction du papier est mauvaise et donne des espaces très-irréguliers, ce qui arrive toujours avec l'emploi des cylindres ; le papier glisse toujours un peu, et glisse très-inégalement. Ce transmetteur exige aussi une grande quantité de papier. La possibilité de conserver l'alphabet Morse, avantage que l'on invoque en faveur de ce système, a peu d'importance, puisque le système Wheatstone, exempt des défauts que nous avons signalés, peut transmettre les points et les traits ordinaires, au lieu de points positifs et négatifs. Enfin on dit que cet appareil ne transmet qu'environ 25 mots par minute; un bon employé en transmet autant à la main.

Siemens et Halske exposent un transmetteur automatique, fonctionnant au moyen de types mobiles en métal, avec l'alphabet Morse ordinaire et un récepteur polarisé. Des courants inversés sont induits par la rotation continue de bobines disposées entre des aimants, comme dans les autres appareils électro-magnétiques exposés par cette même maison ; la rotation est déterminée par une pédale et une courroie. Le passage des courants sur la ligne s'effectue au moyen de la règle des types, sur laquelle la dépêche a été préalablement composée. Les types consistent en une succession de reliefs et de vides, qui ne correspondent nullement, en apparence du moins, aux lignes et aux blancs qu'on reçoit à l'autre extrémité du fil, ainsi que nous allons l'expliquer. Un petit ressort recourbé repose par l'un de ses bouts sur les types; quand il est soulevé par un relief, un contact s'établit par l'autre bout et permet aux courants induits de passer sur la ligne; quand il rencontre un vide, il retombe, et le courant cesse. Ainsi un relief prolongé produirait sur la ligne une suc-

cession continue de courants inversés, et sur le récepteur Morse une succession de points également espacés. Un vide prolongé pourrait produire une ligne continue ou un blanc continu, selon que le relief a cessé après le passage d'un courant positif ou négatif, et selon l'effet produit sur le récepteur polarisé. On voit donc l'importance non-seulement de la *longueur* des reliefs et des vides qui forment le type, mais de leur position exacte, au moment de leur passage sous le ressort de contact, relativement à celle des bobines en rotation. Aussi le même type peut-il donner lieu à des signaux différents, s'il est différemment placé relativement à ce qu'on pourrait appeler la position angulaire des bobines.

On fait glisser la règle des types sous le levier de contact, au moyen d'une vis sans fin qui aboutit aux bobines et qui engrène dans une crémaillère pratiquée sous la règle. De cette manière, la règle qui porte les types occupe toujours une position déterminée, relativement à la position angulaire des bobines, et les types eux-mêmes ont aussi sur la règle une position définie. Ils sont maintenus par une petite saillie latérale qui pénètre dans la règle. Chaque type est, par conséquent, indépendant de ses voisins, et, quel que soit l'ordre de ses reliefs et de ses vides, les contacts s'établissent et se coupent exactement aux mêmes points de révolution des bobines, indépendamment de la position du type par rapport à celle des autres types. Il y a un type spécial pour chaque lettre. Si l'on veut faire un point, on place un relief de telle sorte qu'un courant, positif par exemple, passe sur la ligne, suivi d'un courant négatif. Un relief d'une longueur double donnerait 2 points, et un relief d'une longueur triple, 3 points. Un trait, au contraire, sera formé par un relief dont la longueur sera moitié de celle du relief

qui a donné le point ; le courant positif passera, mais il ne sera pas suivi du courant négatif. Quand le trait est terminé, il faut un autre relief très-court, qui laisse passer un courant négatif, afin de détacher l'armature du récepteur polarisé.

Toutes les fois qu'on veut avoir un intervalle entre les mots ou les lettres, le relief doit finir immédiatement après avoir laissé passer un courant négatif. Le type n'a pas besoin de vides pour que les points et les traits qui se succèdent soient séparés : ainsi, un seul relief long donne la lettre *s*, ou trois points ; un relief court, puis deux reliefs de longueur double, et enfin un autre relief court donnent la lettre *o*, ou trois traits. Le type laisse passer d'abord un courant positif ; le contact manque pour le courant négatif ; un instant après, le second relief fait passer un courant négatif, suivi immédiatement d'un positif, puis nouvelle interruption de courant. Le troisième relief joue le même rôle que le second, et enfin le quatrième relief court donne lieu à un courant négatif suivi d'une autre interruption. Il est facile de voir que, dans le cas précédent, on obtiendrait exactement les mêmes effets, si les courants positifs étaient à la place des négatifs, et *vice versa*.

Ce système est bon sous plusieurs rapports. Les contacts se font par une force d'inertie qu'on peut rendre aussi puissante qu'on veut ; on peut, par conséquent, augmenter la vitesse à volonté, puisque chaque pièce est solide, et que tout est en métal. Les courants électro-magnétiques sont égaux et d'une grande intensité, étant produits par un mouvement continu, ce qui offre le même avantage que dans l'appareil à cadran du professeur Wheatstone, dont nous parlerons bientôt. Les règles des types peuvent s'accrocher habilement les unes aux autres, de

manière à laisser passer sans interruption une dépêche, quelle qu'en soit la longueur. Enfin, l'alphabet Morse ordinaire est conservé. Le récepteur employé avec ce système est l'appareil à encre, avec un disque tournant dans une petite auge; nous l'avons décrit plus haut.

MM. Siemens prétendent avoir transmis par cet appareil 80 mots (ou environ 400 lettres) par minute, avec un circuit allant de Londres à Paris, de Paris à Londres, de Londres à Cromer et retour, et se terminant par une longue série de bobines de résistance. La résistance totale était égale à 2,550 milles de ligne terrestre, et elle était composée de 800 milles de fil aérien, 50 milles de câble sous-marin, et 1,700 milles de bobines.

Cependant cette expérience ne semble pas concluante, car on s'est servi d'un seul fil de terre à la station qui envoyait les signaux et où ils retournaient. Il n'est pas certain que les lettres aient jamais été bien lisibles en passant par Cromer ou Paris. On sait que des signaux peuvent passer, même quand le circuit n'est pas fermé, en mettant la pile et le récepteur entre deux fils isolés, assez longs pour agir comme une bouteille de Leyde d'une grande capacité. L'emploi d'une seule terre n'écartera pas complétement ce phénomène, si la communication à la terre présente, comme c'est toujours le cas, une résistance sensible. Il résulterait du nombre énorme de mots transmis qu'on peut envoyer plus de 2,400 courants inversés par minute. Il serait à désirer que la réception de ces mots, distincte en apparence, fût confirmée par de nouvelles expériences qui éloignassent toute incertitude à cet égard. Les expériences de M. Guillemin, particulièrement, nous amènent à douter de la transmission réelle de 80 mots par minute, avec un pareil circuit.

Quel que soit l'effet du retard des signaux, ainsi que

l'ont montré des expériences postérieures, il faut avouer que l'appareil de MM. Siemens a déjà un grand mérite de donner une si grande vitesse, même avec des bobines de résistance.

Allan expose une série d'instruments (au nombre desquels se trouve son relais *sans étincelle,* dont nous avons parlé), et qui sont destinés aux transmissions rapides et automatiques. M. Allan prépare ses dépêches sur une bande de papier, avec un appareil à emporte-pièce; il amène la bande ainsi préparée entre les cylindres de son transmetteur, qui fonctionne à l'instant et continue à fonctionner sans exiger l'intervention de l'employé. Les appareils transmetteur et récepteur sont mus par des électro-moteurs avec piles locales; ils s'arrêtent un instant après que la dépêche est terminée, prêts à recommencer dès qu'on introduit une nouvelle bande dans le transmetteur. M. Allan, comme beaucoup d'autres, emploie donc un papier percé mécaniquement pour présenter sa dépêche au départ. Son alphabet, que nous avons déjà décrit, se compose uniquement de groupes de points; pour chaque lettre on abaisse une seule touche, et d'un seul coup le groupe entier se trouve percé. On utilise ces groupes, dans le transmetteur, pour mettre en mouvement ou arrêter une roue dont les dents pénètrent dans les trous du papier. Sur l'axe de cette roue s'en trouve une autre qui sert à établir les contacts avec une pile locale, et cette pile détermine une force électro-motrice qui remonte un ressort de barillet, auquel communiquent les rouages de l'appareil. De plus, chaque mouvement de l'électro-moteur correspondant à un trou du papier, envoie sur la ligne un courant d'une pile spéciale, positif ou négatif alternativement.

Ces courants inversés sont reçus par le relais sans étin-

celle, et les deux circuits locaux que nous avons mentionnés en parlant de ce relais font fonctionner un électro-moteur semblable à celui du transmetteur, en même temps qu'ils font mouvoir la pointe qui imprime la dépêche.

Une disposition ingénieuse, qui consiste en une dent mobile sur une roue à rochet, empêche que le ressort du barillet soit trop remonté, ou remonté de manière à arrêter les électro-moteurs. A la fin de la dépêche, et aux deux stations de départ et d'arrivée, le ressort du barillet se détend lorsque l'électro-moteur s'arrête, et il coupe le circuit local, afin d'éviter une consommation inutile des piles. Le transmetteur est muni d'une clef, au moyen de laquelle l'employé peut, en cas de besoin, manipuler à la manière ordinaire. Tous les détails de ces appareils paraissent très-ingénieux, et il est difficile de les décrire convenablement sans dessins. Ce système mérite plus que tout autre le nom d'*automatique*, car les fonctions de l'employé se réduisent à l'introduction dans l'appareil du papier préparé. Il n'y a ni manivelle à tourner, ni courroie à employer, ni ressort à monter. Il est douteux que tous les avantages provenant de l'action automatique ne soient pas plus que balancés par les inconvénients résultant d'une complication inévitable. Cependant M. Allan considère son appareil comme moins compliqué que le Morse ordinaire.

8° *Cadrans à aiguille et cadrans imprimants.* — A. *Cadrans à aiguille et à courants magnéto-électriques.* — Le système de transmission sur lequel reposent ces appareils diffère essentiellement des précédents, en ce que les cadrans reproduisent les mots en les composant avec les lettres ordinaires. Chaque lettre, au lieu d'être formée d'un certain groupe ou d'une succession de courants, exige

autant d'émissions qu'il y a de lettres entre la précédente et celle que l'on veut représenter. On a exposé plusieurs appareils excellents dans ce genre, fonctionnant au moyen de courants magnéto-électriques. Ils ont entre eux beaucoup de points de ressemblance, et ce ne sont que des modifications de la première forme inventée en 1840 par le professeur Wheatstone.

Le récepteur consiste en une aiguille avançant lettre par lettre sous l'action d'un électro-aimant et de courants inversés, et parcourant un cadran autour duquel sont inscrites les lettres de l'alphabet et quelquefois d'autres signes. Pour faire passer l'aiguille d'une lettre à une autre lettre déterminée, il suffit d'envoyer le nombre de courants nécessaire.

Le transmetteur consiste presque toujours en une manivelle qui tourne sur son axe autour d'un cadran correspondant à celui du récepteur, et dont les contacts sont disposés de telle sorte que le mouvement des bobines ou des armatures envoie un courant sur la ligne chaque fois que la manivelle passe devant une lettre. Ces courants sont alternativement positifs et négatifs. Tous les appareils construits d'après ce système ayant beaucoup d'analogie entre eux, nous ne les décrirons pas en détail; nous ne mentionnerons que les particularités de chacun d'eux.

Ce que l'on cherche d'abord dans ces appareils, c'est de produire dans le transmetteur des courants assez puissants et égaux en intensité, quelle que soit l'habileté de l'employé; puis, pour le récepteur, d'avoir une aiguille légère et sensible, pouvant tourner à toute vitesse avec de faibles courants, sans risquer de perdre un cran ou d'en sauter un quand les signaux cessent, ainsi qu'il arrive fréquemment avec des échappements défectueux.

Ces appareils, ainsi que tous les cadrans, présentent

plusieurs difficultés sérieuses. La transmission correcte de chaque lettre dépend de la réception correcte de la lettre précédente, c'est-à-dire qu'une erreur dans la réception fausse toutes les lettres suivantes, et entraîne nécessairement une interruption ou la répétition de la dépêche, tandis qu'avec les alphabets symboliques, chaque signal est indépendant, et la perte d'un point ou d'un trait est souvent sans conséquence. Le nombre de courants nécessaire pour chaque signal est tellement considérable, que les chances d'erreur sont beaucoup augmentées.

D'un autre côté, quiconque sait lire et écrire peut transmettre et recevoir avec ces appareils. On n'a pas besoin de pile, et l'instrument est toujours prêt. Ces avantages précieux les ont fait adopter pour les lignes privées, les chemins de fer, les bureaux de police, d'incendie, etc., particulièrement en Angleterre et en Allemagne. On peut dire aussi que les difficultés que nous avons signalées ont été victorieusement surmontées, grâce à la perfection du travail de plusieurs des appareils exposés.

Siemens, Halske et C[e] exposent un cadran magnéto-électrique simple et puissant. Dans le transmetteur le fil d'induction est enroulé longitudinalement autour d'un fer doux en forme de H; les bobines sont protégées extérieurement par deux bandes de cuivre, et la surface, formée alternativement de fer et de cuivre, représente un long cylindre composé. Ce cylindre est placé verticalement entre les pôles d'une série de dix aimants plats en fer à cheval, disposés horizontalement l'un au-dessus de l'autre, mais séparés chacun de son voisin par un intervalle à peu près égal à l'épaisseur d'un aimant. Par suite de cet arrangement un peu massif, la force résultant de l'aimant composé augmente presque en proportion directe du nombre de plaques que l'on ajoute.

Une roue dentée, fixée à l'axe de la manivelle, fait mouvoir un pignon qui imprime au cylindre une demi-révolution à chaque lettre du transmetteur. Une des extrémités de la bobine est reliée à l'axe du cylindre et par là à la terre; l'autre, au moyen d'un anneau isolant et d'un ressort de contact, communique à la ligne. On remarquera que dans deux positions le barreau de fer doux doit agir comme une armature commune à tous les aimants; mais les côtés opposés du barreau se rapprocheront tantôt des pôles nord et tantôt des pôles sud, selon que le cylindre tournera. Le magnétisme du barreau sera donc renversé à chaque demi-révolution et induira un courant dans la bobine. Il faut se rappeler que le barreau n'est pas magnétisé longitudinalement, mais transversalement, et que le fil de la bobine est enroulé parallèlement à l'axe du cylindre.

Chaque courant est produit par une double action dans l'armature, premièrement par la perte de polarité résultant de ce que l'armature quitte les pôles; deuxièmement, par le développement de la polarité contraire résultant de l'approche des autres pôles [1].

Cependant, si l'employé tourne trop vite ou trop lentement, les courants diminuent d'intensité. Ce qu'il y a à craindre, c'est que le mouvement ne soit trop lent au moment où l'on part et au moment où l'on s'arrête. Pour y remédier, le cadran du transmetteur est muni d'un cercle métallique portant autant de divisions ou crans qu'il y a de lettres; la manivelle s'arrête dans ces crans, et, pour la faire avancer, on la soulève légèrement. Ces divisions permettent à l'employé de s'arrêter brusquement devant

[1] Les courants inversés à chaque demi-révolution seront, à vitesse égale, parfaitement égaux, car ils sont produits par des actions exactement identiques.

la lettre, et de tourner à toute vitesse jusqu'à ce qu'il
envoyé son dernier courant. Mais la pratique seule
apprendra à partir avec la même vitesse, condition néc
saire pour une transmission régulière. MM. Siemens
commandent de marcher à une vitesse de 120 tours
minute [1].

Tout mouvement en arrière de la manivelle ou du
lindre enverrait des courants comme le mouvement
avant, mais l'aiguille du récepteur continuerait d'av
cer. Il est donc bon de prévenir ce mouvement de rec
qu'il soit accidentel ou qu'il résulte de l'inhabileté
l'employé. MM. Siemens y parviennent au moyen de tr
petits leviers fixés à la boîte autour du cylindre, sur
pointes parallèles à son axe. Quand le cylindre tourne
bon côté, ils reposent doucement sur sa surface et s
maintenus dans cette position par des ressorts à boud
Mais la longueur de ces leviers est telle que si le cylin
tourne à rebours, ils se trouvent serrés entre le cylin
et leur point d'appui, et empêchent la rotation de se p
duire.

Le récepteur reçoit son mouvement d'une armat
disposée comme dans le relais polarisé de MM. Sieme
Cette armature porte une fourchette dont les deux bra
ches sont d'égale longueur. Sur l'axe de l'indicateur
trouve une petite roue à rochet, avec treize dents,
passe entre les branches de la fourchette. Deux pet
palettes à ressort flexible, dont l'une appuie sur le h
de la roue et l'autre au-dessous, sont fixées aux de
branches et déterminent le mouvement de l'aiguille qua
l'armature fonctionne. Des vis de réglage servent à limi
le jeu de la fourchette et à régler les deux palettes à r

[1] Ce qui ne veut pas dire que l'on doive transmettre 120 lett
par minute.

rt. Elles sont importantes, car elles doivent être dispo-
s de telle sorte que le ressort ne puisse laisser passer
e ou plusieurs dents, jusqu'à ce que la palette elle-
me soit en mouvement; de cette manière, une palette
ète la roue à rochet au moment où l'autre vient de
sir une dent. Avec un réglage convenable, il est tout à
t impossible que l'indicateur roule ou échappe une
it; il ne peut manquer que dans le cas où le courant
urait pas la force d'attirer l'armature. Cependant la
ssion du ressort sur les surfaces inclinées des dents de
oue ajoute un peu au frottement.

In a essayé cet appareil avec une résistance égale à
milles de fil de fer n° 8, et il a très-bien fonctionné.
appareils semblables sont employés depuis plusieurs
ées sur des circuits de cette longueur, entre Saint-
ersbourg et Moscou, et depuis sept ans en Bavière, sur
voies ferrées. Chaque appareil se compose d'un cadran
smetteur et d'un cadran récepteur. A l'arrivée, les
rants ne passent pas par les bobines d'induction, mais
assent par les bobines de départ et montrent à l'em-
é les signaux qu'il transmet. L'appareil est disposé
nanière à pouvoir être essayé avec un circuit local ou
ené au zéro.

'appareil de transmission a des effets énergiques, et le
pteur est bien construit; mais ils sont plus gros et
lourds que les spécimens exposés par les autres fa-
ants anglais, et ils ont une apparence disgracieuse.
épart et l'arrêt de la manivelle pour chaque lettre ne
nt pas le mouvement continu adopté par M. Wheats-
et par M. Wilde; mais MM. Siemens prétendent que
s bobines sont assez puissantes pour que l'inégalité
mouvement n'offre aucun danger. Ils vantent avec
on la simplicité et la solidité de l'appareil, et con-

statent que plus de sept cents de ces instruments ont fonctionné régulièrement pendant des périodes de cinq à sept ans.

Henley expose un cadran magnéto-électrique, dans lequel le transmetteur offre une disposition nouvelle. Les bobines et l'aimant permanent sont fixes, et l'aimant a toujours une armature qui s'étend entre ses deux pôles, bien que certaines parties de cette armature soient constamment en mouvement. Les bobines d'induction sont montées sur un fer doux en fer à cheval; ce dernier est placé avec ses deux pôles dans un plan vertical entre les pôles d'un gros aimant également en fer à cheval, disposé horizontalement. La polarité du fer doux est renversée et le courant est induit, si l'on réunit les pôles du fer doux alternativement avec l'un ou l'autre pôle de l'aimant permanent, au moyen de petites armatures en fer doux. Ces armatures sont disposées sur deux cercles parallèles horizontaux, dont les circonférences sont de niveau avec les pôles du fer doux en fer à cheval. Chaque cercle contient treize armatures séparées les unes des autres par des intervalles, et les intervalles d'un cercle se trouvent audessus des centres des armatures de l'autre. Ces armatures sont fixées à une roue en cuivre; quand la roue tourne, elles passent devant les pôles des aimants permanents et temporaires, et établissent successivement les communications suivantes : d'abord une des armatures, celle du dessus, par exemple, relie un pôle du fer doux avec le pôle nord de l'aimant permanent, et une des armatures du dessous relie l'autre pôle au pôle sud de l'aimant. Dans cette position, deux petites armatures et le fer doux en fer à cheval, qui atteint alors son maximum de polarité, forment une longue armature, presque sans interruption, réunissant les deux pôles de l'aimant perma-

nt. Si l'on tourne la roue en cuivre, l'armature du haut
ance sur le pôle du fer doux, et celle du bas s'en éloi-
e, jusqu'à ce que la première forme complétement le
it entre les deux piles de l'aimant permanent, tandis
e, d'un autre côté, un intervalle entre deux armatures
trouve en face du pôle inférieur du fer doux. A ce mo-
ent, le fer doux en fer à cheval n'a point de polarité.
mouvement continuant, le pôle inférieur du fer doux
relié par une nouvelle armature avec le pôle nord de
mant permanent, tandis que la première armature du
t avance et relie le pôle supérieur du fer doux au pôle
de l'aimant permanent. C'est alors que le fer doux en
à cheval atteint son maximum de polarité contraire à
e qui résultait de la première combinaison. Enfin le
ivement se complète par les armatures du bas, qui
iissent les deux pôles de l'aimant permanent et lais-
de nouveau le fer doux en fer à cheval sans polarité.
lant ce temps, deux courants opposés, mais égaux,
été induits dans les bobines, et néanmoins l'aimant
nanent a toujours conservé une armature directe ou
recte. La manivelle du transmetteur est simplement
à la roue en cuivre, sans aucun engrenage.

avantage que l'on fait valoir en faveur de ce système,
que les aimants permanents conservent leur magné-
e beaucoup plus longtemps que dans le cas où l'ar-
ire est retirée à chaque courant induit. Mais, d'un
côté, on peut dire que des systèmes différents, tels
celui de MM. Siemens, ont été employés pendant plus
pt ans sans changement notable dans le magnétisme
imants permanents.

ppareil de M. Henley est mis en jeu directement avec
ain, mais il n'y a ni crans pour arrêter brusquement
anivelle, ni obstacle pour empêcher de revenir en

arrière. Une manipulation correcte semble donc difficile dans des mains inhabiles. Il y a une disposition commode au moyen de laquelle l'employé peut ôter du circuit son appareil et la ligne, ou bien la ligne seule, afin de régle les deux cadrans. Dans le récepteur, l'armature de l'élec tro-aimant est disposée comme dans les autres appareils d M. Henley, et fait mouvoir, au moyen d'une fourchett une roue à rochet de vingt-six dents. Il nous semble qu dans une certaine position de la fourchette, l'indicate peut tourner sans un mouvement correspondant de l'a mature. Deux de ces appareils ont fonctionné régulièr ment avec une résistance égale à 185 milles de fil n°

La Compagnie universelle des télégraphes privés expo un cadran magnéto-électrique inventé par le professe Wheatstone. Dans le transmetteur, l'armature de l'aima permanent est maintenue en mouvement soit avec main, soit au moyen de toute autre force motrice. I abaissant les touches du cadran, on fait passer le nomb de courants nécessaire pour produire le mouvement vou dans l'aiguille du récepteur. La manipulation est tr facile, quelle que soit la grosseur des aimants et des a matures; il n'en est pas ainsi quand il faut arrêter l'a mature elle-même. Le mouvement continu offre un aut avantage sur l'ancien système : l'employé n'est pas e posé au danger, que nous avons déjà signalé, de ma puler trop lentement au moment où il commence et où s'arrête, ni de transmettre avec une vitesse différent selon qu'il a peu ou beaucoup de lettres à envoyer. L changement de vitesse entraîne toujours un changeme dans la force du courant, tandis que dans l'appareil Wheatstone le mouvement de l'armature est parfaiteme régulier, et tous les courants sont égaux.

Les bobines d'induction et l'armature présentent u

disposition particulière. Quatre cylindres de fer doux avec leurs bobines sont fixés à chaque pôle d'un aimant permanent, de telle sorte que leurs centres soient également distants les uns des autres sur la circonférence d'un cercle. Un axe passant par le centre de ce cercle porte une armature de fer doux dont la largeur est un peu plus grande que la distance entre deux cylindres adjacents. Ainsi, quand l'armature tourne, elle approche d'un pôle en même temps qu'elle s'éloigne du pôle diagonalement opposé. Les courants induits simultanément dans les deux bobines correspondantes concourent à produire un courant dans un sens sur le fil de ligne. Chaque révolution de l'armature engendre quatre courants égaux, et chaque courant provient de deux bobines.

L'arbre qui tourne avec l'axe de l'armature porte une roue en cuivre, dont la circonférence est garnie de quinze petites dents équidistantes; cette roue tourne constamment. Une armature munie d'une aiguille repose sur le centre de l'arbre et peut tourner librement; mais tant qu'un cliquet à ressort, placé à son extrémité, est en contact avec une des dents de la roue, l'aiguille suit le mouvement de la roue. L'aiguille et la roue font partie du circuit télégraphique, qui se trouve fermé lorsqu'ils tournent ensemble, mais qui est coupé toutes les fois que le cliquet n'est plus en contact avec une des dents de la roue. Trente touches sont disposées sur le cadran de telle sorte que la dépression de l'une d'elles arrête l'aiguille un instant après; le cliquet laisse tourner la roue, et le circuit est coupé, excepté pendant les moments très-courts où une dent rencontre le cliquet. Ces moments correspondent à une position de l'armature telle qu'aucun courant d'induction n'est produit. On peut, dans cet appareil, couper le circuit en un autre endroit, au moyen d'un ressort et

d'un levier; ce dernier est rejeté en arrière quand i
rencontré par une des touches.

La transmission des courants sur la ligne est don
terrompue tant que l'aiguille est arrêtée; quand l'obs
est levé, le petit levier revient de suite à son contact;
le circuit n'est complet que lorsqu'un contact se f
entre l'aiguille et l'une des dents de la roue en cuivr
moment de l'inversion du courant. Ainsi, des cou
défectueux ne peuvent entrer dans le circuit, et q
l'aiguille se remet en marche, elle envoie un courant
traire à celui qui s'était produit avant qu'elle ne s'arr
Tant qu'on n'abaisse pas de touche, les courants c
nuent à passer sur la ligne; mais pour éviter que
courants inutiles n'augmentent les chances d'erreur,
adopté une disposition au moyen de laquelle une to
abaissée reste dans cette position, même après qu'on
tiré le doigt, jusqu'à ce qu'on abaisse une autre tou
ce qui fait relever la précédente. On emploie pour
une chaîne sans fin passant autour d'une série de p
cylindres formant un cercle concentrique avec celui
touches, et qui n'a que le jeu nécessaire pour perm
l'abaissement d'une seule touche. Les touches sont
struites de telle sorte que, lorsqu'on en abaisse une,
appuie contre la chaîne sans fin et y exerce une tens
la touche suivante, produisant le même effet, détrui
courbure de la chaîne formée par la touche précéde
qui revient à sa position normale.

Dans le récepteur, les dispositions des parties mot
et électro-magnétiques présentent des particularités i
nieuses. Deux tiges ou aiguilles aimantées, avec leurs p
en sens opposés, sont placées l'une près de l'autre,
chaque côté de l'axe sur lequel elles se meuvent, et
rallèlement à cet axe; deux électro-aimants droits s

disposés de chaque côté de l'axe du mouvement des aiguilles et parallèlement à lui. Quand un courant arrive dans les bobines de ces électro-aimants, les pôles contraires des deux aiguilles sont influencés simultanément, de sorte que chaque pôle est attiré par un pôle d'un électro-aimant et repoussé par un pôle de l'autre électro-aimant. L'attraction et la répulsion concourent à faire mouvoir les deux aimants sur leur axe et dans la même direction. Les aimants sont recourbés l'un vers l'autre au milieu de leur longueur, de manière à rejeter leur poids plus près de l'axe de mouvement. L'attraction résultant du magnétisme rémanent des électro-aimants suffit pour maintenir les aimants dans un sens.

Le professeur Wheatstone, dans son récepteur Steinheil fonctionnant avec le transmetteur automatique, emploie une disposition analogue, consistant en plusieurs aimants et des bobines placées sur la prolongation d'un axe. L'axe de la roue motrice, au lieu d'être fixe, est réuni à un petit levier qui reçoit un mouvement de va-et-vient d'une pointe liée à l'armature aimantée. Deux palettes agissant sur les dents de la roue, à deux points opposés de sa circonférence, lui impriment un mouvement rotatoire par suite du mouvement de va-et-vient du levier. Le jeu est limité par deux butoirs contre lesquels vient heurter la roue motrice aux deux extrémités de sa course. Chaque palette consiste en un léger ressort placé tangentiellement à la circonférence de la roue; elle appuie sur la dent, passe en dessous quand la dent opposée est poussée par l'autre palette, puis revient à sa place, prête à pousser la dent suivante. Pour empêcher le mouvement oscillatoire des roues de se communiquer à l'aiguille, l'axe de celle-ci est indépendant de celui des roues. De cette manière, l'aiguille se meut avec une grande régularité; aucune dent

ne peut manquer, et il suffit d'un très-faible courant
faire mouvoir l'aiguille. Toutes les parties de l'ap
sont construites avec une délicatesse et une légèreté
ordinaires; l'exécution de ce récepteur l'emporte su
les autres appareils. Deux de ces instruments ont
tionné parfaitement avec un circuit d'une résistance
à 375 milles de fil n° 8. Un de ces appareils a très
marché avec 450 milles. Ils ont été mis en service s
circuits de plus de 100 milles. Ce système offre de g
avantages sur les anciens appareils, même bons,
lesquels les bobines ou les armatures sont alternativ
en mouvement et en repos. L'usage s'en est beauco
pandu en Angleterre, particulièrement pour les co
nications entre les docks, les entrepôts, les maiso
commerce, etc.

M. Wilde, de Manchester, expose des cadrans ma
électriques avec deux formes de transmetteur. Dans
il a adopté, pour les bobines et l'armature, la dispo
inventée par le professeur Wheatstone et qu'on voi
l'appareil exposé par la Compagnie universelle de
graphes privés. De plus, il emploie, pour assurer le m
ment rapide et régulier de l'armature, une courroie s
qu'on met en jeu avec une pédale; mais, au lieu de c
simplement la communication entre la ligne et les b
pendant les intervalles des lettres ou des mots, M.
arrête l'armature au moyen des touches; la courroie
sur sa poulie, et dès qu'on retire le doigt, la touche
lève, et la courroie entraîne de nouveau l'armature à
vitesse. Pour obtenir le mouvement et l'arrêt brus
l'armature, M. Wilde a été obligé de la faire extrêm
légère, ce qui affaiblit beaucoup les courants induit

[1] C'est du moins notre opinion, ainsi que celle de plusieurs
jurés. M. Wilde ne la partage pas, et il cite Barlow, Kater et d

L'autre modèle de transmetteur fonctionne au moyen de la main; il est certainement préférable au précédent. Un mouvement rectiligne est substitué au mouvement circulaire; mais ce mouvement rectiligne est ensuite converti en mouvement circulaire au moyen d'un curseur engagé dans une vis; cette vis porte deux armatures qui tournent en face de deux paires de bobines contenant deux aimants en fer à cheval; une armature arrive au centre de la bobine quand l'autre s'en éloigne. Les bobines sont reliées deux à deux, de manière que les courants induits par les deux armatures concordent entre eux. Cette disposition produit une succession de courants égaux et contraires. Le curseur, qui fait mouvoir la vis, est poussé par une main en avant ou en arrière, et s'arrête dans sa nouvelle position, en heurtant contre une pointe qu'on a placée préalablement avec l'autre main dans le trou qui est en face de la lettre correspondante. Trente lettres ou signaux sont inscrits d'un côté de la ligne que suit le curseur, et trente lettres ou signaux semblables, de l'autre côté. On doit toujours conduire le curseur jusqu'à la fin des lettres d'un côté, pour le ramener ensuite à la lettre qu'on veut désigner de l'autre, c'est-à-dire que, avant de changer de direction, il faut toujours aller à l'extrémité de la vis et faire ainsi le tour de l'alphabet. M. Wilde considère ce système comme moins dispendieux que le cadran.

Le récepteur mérite d'être remarqué. Le mouvement

autorités, pour montrer qu'une armature légère peut être aussi bonne qu'une armature lourde. Néanmoins nous pensons que si une armature légère bien faite peut être meilleure qu'une armature lourde mal faite, il n'en est pas moins vrai que si, dans les deux cas, on donne à la matière la meilleure forme possible, l'armature lourde sera toujours préférable à l'armature légère.

est ingénieux et l'appareil bien construit. Il renferme une sonnerie qui est mise en jeu par l'appareil lui-même, sans électro-aimant spécial. Elle fonctionne au moyen d'un ressort de barillet et d'un rouage d'horlogerie, et sonne jusqu'à ce qu'on l'arrête à la main. Le mouvement s'opère de la manière suivante :

Deux roues à rochet, munies chacune de quinze dents pointues, sont mises en rotation par deux roues ordinaires, d'égal diamètre, placées chacune sur l'axe d'une des deux premières roues. L'aiguille du cadran est sur l'axe de l'une des roues; une petite pointe, mue par l'armature d'un électro-aimant, oscille entre les deux roues à rochet et les fait tourner : quand elle incline à droite, elle agit contre la surface inférieure d'une dent de la roue de droite, et fait ainsi tourner cette roue de gauche à droite d'un trentième de tour; l'autre roue fait le même mouvement de droite à gauche. Quand la pointe revient à gauche, elle quitte la roue de droite, appuie contre la surface inférieure d'une dent de la roue de gauche, et fait tourner cette roue de droite à gauche d'un trentième de tour, tandis que la roue de droite avance de la même quantité et dans la même direction que précédemment, et présente une nouvelle dent. Ainsi le mouvement de va-et-vient de la pointe est converti en un mouvement de rotation saccadée de l'aiguille sur l'axe de la roue de droite. Avec ce système, il n'y a ni réglage, ni ressort, ni palette; l'aiguille ne peut rouler, car la petite pointe rencontre toujours l'une des deux roues. Le frottement, occasionné par l'engrenage et par l'action indirecte de la pointe sur les roues à rochet, est probablement plus considérable que dans les appareils Wheatstone ou Siemens. Cependant le récepteur de M. Wilde fonctionne bien, même à une très grande vitesse.

Avec le transmetteur rectiligne et avec un circuit d'environ 140 milles de fil n° 8, le cadran de M. Wilde a fonctionné régulièrement. On convenait que le transmetteur à cadran n'aurait pas pu marcher avec une résistance aussi grande; mais M. Wilde attribue cette infériorité, non pas au système en lui-même, mais à ce que c'était le premier appareil de ce genre qui eût été construit.

B. *Cadrans à aiguille et à courants d'induction voltaïque.* — Un appareil de ce genre est exposé par M. Allan. Le transmetteur comprend 4 électro-aimants avec bobines d'inductions primaires et secondaires, disposées en carré, et agissant comme une seule bobine. Le cadran est garni de touches correspondant aux lettres de l'alphabet; un mouvement d'horlogerie fait marcher un indicateur sur l'axe du cadran, ainsi qu'une roue dentée au moyen de laquelle le courant de la bobine primaire est renversé vingt-six fois à chaque tour que fait l'indicateur. Quand on abaisse une touche, l'indicateur s'arrête et arrête en même temps le mouvement d'horlogerie et la roue d'inversion. Le mouvement reprend quand la touche se relève, et les courants inversés continuent dans la bobine primaire jusqu'à ce que l'indicateur soit de nouveau arrêté par la dépression d'une autre touche. La bobine secondaire envoie sur la ligne un nombre de signaux correspondant au nombre de courants inversés de la bobine primaire, et fait ainsi fonctionner le cadran récepteur. On prétend que le rectangle de fer doux, bien qu'il ne présente aucun signe extérieur de polarité, est de beaucoup préférable au fer doux en fer à cheval pour les bobines d'induction. On cite à l'appui de cette opinion des expériences faites par l'exposant, d'où il résulterait que, lorsque les quatre bobines étaient disposées en ligne droite, le récepteur ne fonctionnait qu'avec une résistance moitié

moindre de celle avec laquelle il marchait quand elles étaient placées en carré non interrompu; la seule interposition d'une carte à l'angle de deux bobines rompant la continuité du carré, diminuait d'un tiers la résistance avec laquelle on pouvait travailler. M. Allan expose aussi une simple bobine d'induction construite d'après ce système.

L'aiguille du récepteur est mise en jeu par un moyen très-simple : l'armature de l'électro-aimant imprime à une petite roue dentée un mouvement de va-et-vient entre deux points fixes placés de telle sorte que la roue tourne d'un vingt-sixième de tour. L'indicateur est placé à l'une des extrémités de l'axe de la petite roue; la longueur de cet axe est telle que le faible jeu nécessité par le mouvement de va-et-vient de la roue est tout à fait insensible à l'extrémité de l'aiguille. Nous pensons que l'aiguille peut sauter au delà des points d'arrêt quand les courants cessent. Dans le reste, le récepteur est semblable à celui qui avait été exposé en 1851, et il pourrait fonctionner avec des courants magnéto-électriques ou de simples piles.

C. *Cadrans à aiguille et à courants voltaïques.* — La Compagnie universelle des télégraphes privés expose un transmetteur simple et excellent à courants inversés. La roue des lettres se compose d'un nombre de rayons flexibles correspondant aux différentes lettres ou signes, et partant d'un même axe qui porte aussi une *roue dentée.* A l'extrémité de chaque rayon est fixée une touche. Pour transmettre une lettre, on abaisse la touche correspondante : le rayon s'incline, et l'on fait tourner l'axe jusqu'à ce qu'on ait envoyé le nombre de contacts voulu, et qu'on relève le rayon. La succession des contacts se fait d'une manière très-simple au moyen d'un second axe qui décrit une demi-révolution pour chaque lettre, et qui est

mû par un pignon correspondant à la roue dentée de l'axe principal. Ce transmetteur convient également pour les appareils à courants d'induction voltaïque. Le courant de la pile passe dans un court circuit de dérivation au moment de l'inversion, afin d'éviter l'étincelle qui résulterait de la rupture du circuit.

E. Tyer expose un cadran à courants voltaïques; son transmetteur est disposé pour des courants inversés, comme les derniers appareils français de ce genre. Il emploie des contacts à frottement au moyen d'un ressort et d'une manivelle, au lieu des contacts de simple pression usités en France. La manivelle, au lieu d'être tournée à la main, reçoit son impulsion d'un mouvement d'horlogerie, et s'arrête au moyen de touches, qu'on abaisse devant la lettre voulue. Les touches sont rangées en lignes parallèles et d'une manière compacte; cette disposition semble préférable à l'arrangement circulaire.

Le mouvement du cadran récepteur consiste en deux roues à rochet très-légères fixées sur l'axe de l'indicateur. Les dents se trouvent sur la face latérale au lieu d'être sur la circonférence. Elles sont placées vis-à-vis les unes des autres, et leurs surfaces inclinées sont convergentes, de sorte qu'une petite pointe, recevant de l'armature un mouvement de va-et-vient entre les deux roues, fait tourner l'axe pas à pas, en appuyant d'abord sur la surface inclinée de la dent d'une roue, puis sur la surface correspondante de la dent de l'autre roue. L'extrémité d'une dent correspond au milieu de la surface inclinée de la dent opposée. Ce mouvement paraît bon; mais la disposition de l'électro-aimant et de l'armature du récepteur n'est pas heureuse. Une expérience faite sur l'appareil a donné des résultats douteux. Mais M. Tyer a fait observer que c'était le premier appareil de ce genre qu'il eût construit, et

qu'il l'exposait plutôt comme un spécimen que comme un appareil à mettre en service. Il pense pouvoir en construire qui rivaliseront avec tous les autres.

Digney frères et C[e] exposent aussi un cadran à courants voltaïques. Leur transmetteur a beaucoup d'analogie avec celui de M. Bréguet, depuis longtemps usité en France. Une manivelle fait tourner un disque, sur la surface inférieure duquel est creusée une rainure allant en serpentant; un levier posé sur un axe vertical fonctionne au moyen d'un prolongement qui s'engage dans cette rainure. M. Bréguet n'emploie qu'un seul courant, et par conséquent un seul levier; MM. Digney, employant les courants inversés, ont besoin de deux leviers. Dans les deux récepteurs l'aiguille est mue par un mouvement d'horlogerie dont l'échappement fonctionne sous l'influence des courants électriques. Le jeu de la palette est dans le plan de l'axe de l'échappement, au lieu de lui être perpendiculaire, comme dans les mouvements ordinaires et les échappements d'horloge. MM. Digney se servent d'une petite palette à fourchette : quand une des branches se meut de manière à laisser passer une dent, l'autre retient la dent suivante et la laisse passer ensuite en revenant à sa position primitive. M. Bréguet, au lieu de la palette à fourchette, emploie une palette unie entre deux roues à rochet, dont elle retient successivement les dents, et qui tourne à chaque fois d'un vingt-sixième de tour.

M. Bréguet a un système ingénieux pour ramener l'aiguille au zéro par la simple pression d'un bouton. Il se sert de l'électro-aimant ordinaire avec ressort antagoniste.

MM. Digney emploient l'électro-aimant polarisé de Siemens, qui ne nécessite presque pas de réglage. Leur appareil a fonctionné librement avec trois éléments Da-

niell et un circuit de 200 kilomètres de fil de fer de 4 millimètres. Mais aucun de ces appareils n'a pu marcher à la vitesse des appareils électro-magnétiques anglais. Celui de M. Bréguet donne quelquefois un contact de trop quand la manivelle est arrêtée brusquement ; le levier se termine par un ressort, et son jeu est considérable, environ 1/4 de pouce. Il en résulte une vibration violente, et si l'on manipule trop vite, le ressort quitte son dernier contact, et donne une interruption et par conséquent un courant de trop. Les appareils Bréguet et Digney paraissent compliqués à côté des instruments magnéto-électriques; mais le prix en est bien inférieur: MM. Digney fournissent un récepteur et un transmetteur complets pour 250 francs.

Cadrans imprimants. — Les seuls appareils imprimants, à l'exception de celui de M. Bonelli, sont des cadrans français[1].

9° *Appareil imprimeur automatique sans synchronisme.* — Appareil de M. Bonelli. (Voir le numéro de mai-juin 1863 des *Annales télégraphiques.*)

10° *Applications spéciales du télégraphe électrique aux signaux de chemins de fer.* — Le télégraphe électrique offre peu d'applications plus importantes que celle qui regarde l'exploitation des chemins de fer. Dans beaucoup de parties de l'Allemagne et sur certaines lignes en Angleterre, aucun train ne peut quitter une station avant que le train précédent ait été signalé par la station suivante. M. Cooke est le premier qui ait proposé ce système. Quand on peut s'y conformer strictement, les

[1] Les appareils de MM. Digney, Dujardin, Guyot d'Arlincourt ont déjà été mentionnés dans les *Annales télégraphiques.* (Voir les numéros de janvier-février, septembre-octobre 1863.)

(*Note du traducteur.*)

collisions deviennent impossibles ; mais si on l'adoptait d'une manière générale, il faudrait établir un certain nombre de stations télégraphiques entre les stations de voyageurs, car sans cela le trafic sur la plupart des lignes anglaises se trouverait réduit à des limites peu admissibles. Quels que soient les règles et les signaux que l'on adopte, il est évident que l'exploitation d'une ligne devient beaucoup plus facile et le trafic beaucoup plus considérable avec le télégraphe électrique.

L'appareil ordinaire à aiguille est très-usité dans les chemins de fer ; sa simplicité présente des avantages. Cependant un signal peut échapper à l'attention ou même être mal interprété, et la dépêche ne laisse pas de trace. On a remédié à cet inconvénient par l'emploi d'un courant continu qui maintient la déviation de l'aiguille, d'un côté quand la voie est libre, et de l'autre quand elle est fermée. M. Walker a remplacé cet appareil par une sonnerie. On se sert aussi assez généralement d'une sonnerie conjointement avec un appareil à aiguille. M. Tyer, avec un seul fil et des courants non continus, fait fonctionner un système de sonnerie combiné avec une reproduction visible du dernier signal envoyé et reçu.

La Compagnie universelle des télégraphes privés expose une forme simple du cadran magnéto-électrique de Wheatstone, adaptée aux signaux de chemins de fer. Les vingt-six lettres de l'alphabet sont remplacées par des signaux au nombre de six ; mais la roue du mouvement conserve le même nombre de dents, et le nombre des courants transmis par chaque tour de manivelle reste le même. Par suite de cette disposition, on peut sans inconvénient faire un ou deux contacts, car l'aiguille se trouverait encore assez rapprochée du véritable signal pour l'indiquer clairement. Le mouvement continu de

l'armature devant les bobines n'est plus nécessaire ; elle se meut et s'arrête à la main, comme dans l'ancien système. Chaque signal fait sonner un timbre et reste constamment visible. Il est évident qu'au lieu de six signaux, on pourrait en employer moins ou davantage.

C. V. Walker expose la sonnerie qu'il a introduite en 1851 dans les chemins de fer du sud-est. Il y en a aujourd'hui trois cent vingt-une en cours de service. Le marteau du timbre est fixé à l'armature d'un gros électro-aimant, dont les bobines sont composées de gros fil. Les signaux sont envoyés par la manipulation ordinaire ; chaque contact produit un coup. On se sert d'un alphabet arbitraire reposant sur le nombre des coups.

M. Walker peut disposer sa sonnerie de telle sorte que le conducteur d'un train arrêté entre deux stations peut le signaler des deux côtés sans le secours d'une pile. Pour cela chaque station envoie sur sa ligne un courant continu d'égale intensité mais de nom contraire ; quand une des stations met la ligne à la terre, l'autre station reçoit un signal, et si la ligne est mise à la terre en un point intermédiaire, le signal arrive aux deux stations. Ces communications temporaires peuvent s'établir à certains poteaux, à des intervalles rapprochés. Un des appareils exposés porte un indicateur montrant sur le cadran le nombre de courants reçus. Les sonneries fonctionnent directement, sans relais, à des distances d'environ 10 milles, avec trente plaques en graphite de M. Walker.

M. Walker expose, en outre, deux appareils destinés à enregistrer les signaux envoyés et reçus. L'un d'eux enregistre au moyen de balles de différentes couleurs qui s'échappent de divers tubes dans un long canal incliné ; ces tubes sont munis de soupapes qui fonctionnent sous l'action d'électro-aimants. Une couleur désigne les si-

gnaux envoyés; une autre les signaux reçus, et des balles d'une troisième couleur tombent à des intervalles fixes, réglés par une horloge. On peut ainsi vérifier à toute heure le nombre des signaux transmis ou reçus. Dans le second appareil, c'est un fil de coton qui, par l'effet du mouvement de l'armature de divers électro-aimants, est plongé dans des réservoirs d'encre colorée; le fil est en même temps tiré un peu en avant.

Ces deux appareils ont été mis en service, mais ils sont assez compliqués pour que M. Walker n'en recommande pas l'adoption.

E. Tyer expose un appareil dans lequel il n'emploie que deux signaux: *voie fermée*, *voie libre*. Il fait en même temps usage d'un timbre; nous indiquerons de quelle manière. Chaque appareil Tyer contient deux aiguilles, l'une noire, l'autre rouge. Chacune de ces aiguilles peut se diriger vers la droite où sont écrits les mots *voie libre*, ou vers la gauche où sont écrits les mots *voie fermée*. L'aiguille rouge indique le dernier signal envoyé, et l'aiguille noire le dernier reçu. L'appareil porte deux boutons transmetteurs, dont l'un sert pour *voie libre*, et l'autre pour *voie fermée*; ils font en même temps sonner le timbre à la station d'arrivée. On peut produire ce dernier effet sans affecter les aiguilles; pour cela, on presse le bouton correspondant au dernier signal envoyé.

Cet appareil a un grand mérite : c'est que dans une station, personne ne peut altérer le signal concernant les trains qui sont partis et qui se trouvent entre cette station et la station suivante. L'aiguille noire reste nécessairement sur *voie fermée* jusqu'à ce que la station correspondante change sa position. Il est vrai que ce changement peut se produire accidentellement; mais on ne pourrait le faire à dessein à la station de départ.

Les communications sont établies d'une manière ingénieuse, et une seule ligne suffit entre deux stations. Quand les boutons sont au repos, la ligne communique avec les bobines de l'aiguille noire, et de là avec les bobines du timbre et la terre; elle est isolée de la pile. Un signal arrivant fera dévier l'aiguille ou non, selon que le courant correspondra ou non à la position première de l'aiguille; mais il fera toujours sonner le timbre. Si l'on presse un des boutons, on éloigne un ressort qui coupe la communication entre la ligne et les bobines de l'aiguille noire, et l'on met la ligne en communication avec le pôle positif d'une pile, en même temps que le pôle négatif est mis à la terre par l'intermédiaire des bobines de l'aiguille noire. On envoie ainsi un courant positif qui ne fait fonctionner ni l'aiguille noire, ni le timbre de la station de départ, mais qui passe par les bobines de l'aiguille rouge. Si l'on pousse l'autre bouton, on coupe également la communication entre la ligne et les bobines de l'aiguille noire; mais on intervertit les pôles de la pile qui sont en contact avec la ligne et avec la terre par l'intermédiaire des bobines de l'aiguille rouge. Le second bouton envoie donc sur la ligne un signal négatif, et dans les bobines de l'aiguille rouge un courant contraire à celui du premier bouton. Tous ces contacts se font directement et d'une manière très-simple.

Le récepteur offre des dispositions particulières. L'indicateur est une petite aiguille en fer doux suspendue à un axe partant du centre d'un électro-aimant droit; l'électricité passant dans la bobine de l'électro-aimant, aimante le fer doux et développe dans l'indicateur un pôle nord ou sud, selon la direction du courant. Un peu au-dessous de l'électro-aimant, se trouve un aimant permanent en fer à cheval, dont les pôles sont placés un peu en

arrière de l'indicateur; l'un des pôles, le pôle nor exemple, est un peu à droite, l'autre à gauche de l'a l'électro-aimant. Si un courant positif vient à passer l'électro-aimant, il convertit l'aiguille en pôle nord guille est fortement repoussée par le pôle nord et a par le pôle sud de l'aimant fixe, et par conséquent d vers la gauche ou maintenue dans cette position, si « était déjà. Lorsque aucun courant ne passe, l'indic conserve simplement sa dernière position, par suit l'attraction qu'il éprouve, quand il n'est pas polaris l'un des pôles de l'aimant fixe. Par suite de cette dis tion ingénieuse l'aimant permanent n'est nullemen fecté par les courants reçus ni même par la foudre, qu même un courant atmosphérique temporaire causerait altération permanente dans le signal, ce qui ne peut river quand on se sert de courants continus pour duire le signal permanent. L'appareil est simple et n dérange pas facilement. On peut le régler pour des rants plus ou moins forts, en faisant glisser le long de mant permanent en fer à cheval un régulateur qui laisse plus ou moins de son magnétisme. L'appareil T est très-usité sur beaucoup de lignes de chemins de fe

Siemens, Halske et Cie, exposent une sonnerie magn électrique destinée à annoncer le départ des trains chaque station. En Allemagne ces sonneries sont étab le long des lignes à des distances d'environ mille mèt Elles consistent en un gros timbre de 18 pouces de mètre, sur lequel frappe un marteau mû par un m vement d'horlogerie sous l'influence du courant. On p entendre les signaux à plus de 500 mètres de distan Quand un train part d'une station, toutes les sonne comprises entre cette station et la suivante sonnent multanément. On obtient les courants au moyen d

système d'induction magnétique semblable à celui qu'emploient MM. Siemens dans leur cadran, mais seulement beaucoup plus puissant. Les bobines et l'armature sont placées entre les pôles de vingt-huit gros aimants en fer à cheval, et tournent au moyen d'une manivelle et d'une courroie.

Le mouvement d'horlogerie offre quelques particularités remarquables. Le courant passe dans un électro-aimant et lâche une petite détente. Cette détente n'agit pas directement sur le mouvement, mais elle fait tomber un poids qui frappe sur un levier et fait marcher les roues jusqu'à ce que le marteau ait donné le nombre de coups voulu. Alors le mouvement d'horlogerie replace la détente et le poids dans leur position première, et reste prêt à recevoir un autre signal. On met ordinairement dix de ces appareils dans un circuit.

Le lieutenant Vincenzi, de Turin, expose un système au moyen duquel on peut communiquer avec un train en marche à des intervalles très-rapprochés : un contact momentané s'établit entre un ressort placé en avant du train et des barreaux disposés sur la voie de 1,000 en 1,000 mètres, et reliés aux deux stations voisines par un fil de ligne.

Cheyne et Moseley exposent un système pour enregistrer le passage des trains en des points déterminés au moyen de lignes marquées sur une bande de papier se déroulant d'un mouvement uniforme, comme dans l'appareil Morse; de plus, des points sont formés à des intervalles fixes par des courants que transmet une horloge.

11° *Paratonnerres*. — Parmi les accessoires d'une ligne télégraphique, nous pouvons mentionner ici les paratonnerres; on en a exposé une grande variété.

La Compagnie magnétique expose un paratonnerre à air raréfié, inventé et breveté par MM. Bright en 1852. Il consiste en un vase dans lequel on fait le vide, de manière qu'un courant d'une tension[1] assez grande pour nuire aux appareils télégraphiques ou à un câble sous-marin trouve un passage facile du bouton de ligne au bouton de terre à travers l'air raréfié, tandis que les courants moins intenses qui font marcher l'appareil ne peuvent traverser cette couche d'air. La tension qui doit produire une décharge peut se régler par la variation des degrés du vide, et par la distance entre les pointes opposées de la ligne et de la terre. On peut réduire la résistance qu'oppose à la décharge l'air dilaté, bien au-dessous de celle qu'offrirait la plus petite couche d'air possible entre les pointes des paratonnerres ordinaires, et l'on augmente ainsi à proportion la puissance protectrice. Il ne semble pas cependant jusqu'à ce jour qu'on ait mesuré la résistance de l'air raréfié. Les pointes de communication sont parfaitement protégées contre la poussière, etc., le vase étant hermétiquement fermé. A l'étranger, cet appareil est connu sous le nom de paratonnerre de Bianchi, mais nous n'en trouvons nulle part la mention avant 1852.

Digney frères et Bréguet exposent deux formes très-ordinaires de paratonnerre. Dans l'une, deux plaques dentelées sont simplement fixées sur une planchette, avec leurs dents très-rapprochées. Une des plaques est reliée à la ligne et l'autre à la terre. La seconde forme consiste en deux plaques parallèles portant chacune trois pointes dont l'extrémité est en platine ; les communications sont les mêmes que dans la première. On se sert de ces appareils

[1] Par le mot *tension* nous entendons ici la différence qui existe entre la force du courant à ce point et celle d'un point voisin de la terre.

conjointement avec une bobine de fil ténu qui brûle au passage de courants très-intenses, comme dans le système exposé par M. Walker en 1851, et qui est aujourd'hui généralement adopté dans tous les pays.

Siemens, Halske et Cie exposent un paratonnerre qui diffère complétement de tous les autres. Il consiste simplement en deux plaques de métal massives et recouvertes d'une petite couche de vernis. L'une d'elles est reliée à la terre, et l'autre à la ligne. On les applique l'une sur l'autre, et elles ne sont séparées que par quatre petites bandes de vulcanite qui ménagent une mince couche d'air entre les surfaces des plaques. Quand plusieurs lignes entrent dans une station, une grosse plaque est reliée à la terre, et chaque ligne en a une petite isolée des autres et reposant sur la grosse plaque. On trouve que l'étincelle passe facilement à travers l'air et la couche de vernis en un ou plusieurs points des surfaces rapprochées. Souvent ces points sont mis en fusion par la décharge. MM. Siemens prétendent, après une longue expérience, que ce système simple et économique est préférable à tout autre paratonnerre.

12° *Télégraphes privés.* — Nous avons terminé la revue des appareils employés avec les lignes aériennes et sous-marines. Pour compléter ce travail, il nous reste à parler des appareils privés destinés à remplacer les sonnettes ordinaires dans les grands établissements publics et particuliers. On en avait exposé plusieurs formes en 1851, mais ils ont eu jusqu'à présent peu de succès en Angleterre.

Prudhomme, de Paris, expose des appareils qui ont été adoptés avec avantage en France dans les grands hôtels et autres etablissements où l'usage des sonnettes ordinaires eût été impossible. Il n'y a rien de bien nouveau dans les

sonneries de M. Prudhomme ; ce sont des *trembleurs* or dinaires fonctionnant au moyen d'une couple d'élément voltaïques lorsqu'on ferme le circuit par la pression d'u bouton. Outre la sonnerie, M. Prudhomme se sert de si gnaux visibles, consistant en lettres ou mots écrits su un disque de papier et rendus apparents par les dévia tions d'un aimant fixe qui oscille entre les pôles de deu électro-aimants, sous l'influence de courants inversés. I disposition en est simple et peu sujette aux dérangement La sonnerie et les signaux visibles sont ordinaireme combinés dans un même appareil. La personne qui répo ramène le signal dans sa position normale en pressant u bouton qui envoie en même temps sur la ligne un co rant en sens contraire du précédent.

Le prix de ces appareils est extrêmement modéré, et ce n'était l'ennui de conserver une pile en bon état, i pourrait avec avantage introduire les sonneries électriqu même dans les petits établissements. On prétend néa moins que la pile peut fonctionner pendant des mois e tiers sans qu'on y touche.

La Compagnie universelle des télégraphes privés e pose une sonnerie domestique mise en jeu par un coura magnéto-électrique, ce qui dispense de la pile. La pre sion d'un levier transmet le courant comme à l'ordinai et lâche la détente d'un timbre [1].

(La suite à un prochain numéro.)

[1] Traduit par M. Labussière.

PRODUCTION GRATUITE DE L'ÉLECTRICITÉ

COURROIES ÉLECTROGÈNES.

(Deuxième article.)

Dans un précédent Mémoire[1], j'ai rendu compte des phénomènes électriques qui avaient été observés sur une courroie destinée à transmettre le mouvement à un extracteur de l'usine à gaz de Saint-Etienne. Après les avoir décrits et en avoir déterminé les conditions de reproduction, aussi bien que pouvaient le permettre les renseignements obtenus des employés mêmes de l'usine, je me suis attaché à en déduire les conséquences pratiques, insistant sur ce point capital, sur lequel je reviendrai, que, tout effet ayant une cause et devant être le produit d'une force, il ne s'agissait point de créer de nouveaux moteurs destinés à fournir l'électricité, mais bien purement et simplement d'utiliser, sous une forme nouvelle, une portion notable de la force vive d'une machine, perdue dans les frottements indispensables au fonctionnement de ses propres organes.

S'il m'était facile d'indiquer, en quelques mots, les avantages qui pouvaient résulter pour l'industrie en général de cette production gratuite de l'électricité, il ne m'était pas possible de signaler aussi tous les inconvénients qui pouvaient en découler pour certaines spécialités, et il

[1] Voir le numéro des *Annales télégraphiques* de mai-juin 1863.

appartenait aux hommes chargés de la direction de ces établissements de tirer de mon premier Mémoire les conséquences les plus avantageuses pour leur propre situation.

Cependant, ces phénomènes ayant été observés dans une usine destinée à la fabrication du gaz d'éclairage, qui est si inflammable, j'avais dû tout d'abord songer aux explosions qui auraient pu se produire dans le cas d'une fuite, dont le courant aurait été traversé par une de ces brillantes étincelles électriques; mais, après m'être rendu un compte exact des conditions mêmes de la production et de l'installation générale et avoir constaté que mille autres causes d'inflammation se trouvaient tout auprès, et qu'en définitive ces nouveaux phénomènes, même dans les conditions les plus défavorables, ne créaient pas de nouveaux dangers pour cette industrie, je me suis abstenu d'en parler.

Ce qui était sans importance pour une usine à gaz pouvait en acquérir une considérable pour d'autres productions, notamment pour celle de la poudre à canon. Dans ces établissements, un poussier impalpable et très-inflammable obscurcit l'atmosphère et va se déposer jusque dans les coins les plus reculés et les mieux fermés, emportant avec lui les éléments les plus terribles d'explosion. Aussi toute cause d'étincelles caloriques ou électriques doit-elle être écartée avec le plus grand soin, sous peine de destruction complète et certaine.

Les dangers ne sont pas les mêmes suivant le mode de fabrication; il est donc utile de rappeler, en peu de mots, les procédés en usage en France, qui sont au nombre de trois, savoir : celui des pilons, celui des tonnes, dit *procédé révolutionnaire*, et celui des meules. Les pilons et les meules sont mûs par des cames ou des engrenages; les tonnes, au contraire, sont mises en mouvement par des courroies. Cette dernière fabrication, la plus géné-

ralement répandue dans toute l'Europe, et peut-être la plus avantageuse sous le rapport de la quantité et de la qualité, quoique présentant plus de sécurité que les deux autres, était cependant celle qui, depuis quelques années, offrait le plus d'exemples d'explosions, sans qu'il fût possible d'en déterminer nettement l'origine, puisqu'en pareil cas, ouvriers et matériel, tout était détruit.

L'attention de l'administration des poudres et salpêtres s'était déjà portée sur les courroies motrices, et à la suite d'une enquête, celles en caoutchouc, sur lesquelles quelques légers phénomènes électriques avaient été observés, furent définitivement interdites. C'est peu après qu'on songea à les remplacer par des courroies en cuir sec, dont l'emploi ne tarda pas à se généraliser, à cause de leurs avantages incontestables sur les courroies en cuir gras, puisqu'elles se tiennent mieux, s'allongent moins, ont plus de corps et ballottent fort peu. Dans de semblables conditions, mon Mémoire sur les phénomènes électriques observés à l'usine à gaz de Saint-Etienne devait avoir un intérêt particulier d'à-propos. Aussi M. Joulin, ancien élève de l'Ecole polytechnique, commissaire des poudres à la manufacture de Vonges, après en avoir donné connaissance au ministre de la guerre, fut-il envoyé de suite à Saint-Etienne pour prendre, auprès de moi, tous les renseignements nécessaires et faire les expériences qu'il jugerait convenables. Après avoir obtenu l'autorisation de M. le directeur de l'usine à gaz, qui s'est empressé, de la manière la plus gracieuse et la plus obligeante, de faire pour nous tout ce qu'il était possible, nous arrêtâmes de concert, M. Joulin et moi, une série d'expériences qui devaient nous conduire d'une manière certaine à la détermination des phénomènes, et dont je vais rendre compte. Auparavant, il me semble utile de faire con-

naître quelques résultats que j'avais observés moi-même postérieurement à mon premier Mémoire, pendant l'été de 1863 et avant l'arrivée de M. Joulin.

Ainsi que je l'avais annoncé au mois d'avril dernier, une seconde courroie en cuir sec, garnie de chevilles en laiton, fournie encore par la maison Paliard, devait être prochainement montée sur un ventilateur situé dans la même pièce où les phénomènes électriques avaient été observés, et devait être mue par le même arbre de couche qui déjà entraînait la courroie de l'extracteur d'où avaient jailli les premières étincelles. Son mouvement devant être beaucoup plus rapide, les conditions d'expérience étaient encore plus favorables.

Ce fut donc avec la plus vive attention que j'en surveillai l'installation, qui eut lieu dans le courant de juin, attendant avec anxiété l'apparition des gerbes électriques. Cependant, malgré l'état de l'atmosphère, qui était on ne peut plus propice, puisque c'était le moment de la grande sécheresse de 1863, à mon grand étonnement, une semaine, deux semaines, un mois se passèrent sans qu'aucune étincelle fût, pour ainsi dire, perceptible. Enfin, au bout de deux mois d'attente, quelques légères aigrettes lumineuses commencèrent à être aperçues pour la première fois. Bientôt après, les phénomènes devinrent beaucoup plus intenses, et je pus me livrer à des expériences qui, pour être plus sensibles, furent faites pour la plupart dans l'obscurité complète.

La première chose qui me frappa fut une clarté bleuâtre produite par un bec de gaz qui était situé dans le voisinage de la courroie. On ne saurait mieux comparer cette lueur qu'à celle du gaz lui-même brûlant au bleu; aussi ma première idée fut-elle de recommander de fermer complétement ce bec. Après avoir vérifié moi-même qu'il était

parfaitement éteint et y avoir passé plusieurs fois la main, je dus bien reconnaître l'aigrette électrique. Or, le tube de cuivre d'où elle s'échappait se trouvait à 2 mètres du sol et au moins à 50 centimètres de la courroie, vers laquelle la lueur se dirigeait en s'épanouissant.

Pour bien se rendre compte de cette production d'électricité, il faut se représenter la poulie de l'arbre de couche moteur d'un diamètre de 1^{m},20 située à une hauteur de 6 mètres, et celle du ventilateur d'un diamètre de 20 centimètres seulement placée au niveau du sol. Les centres de ces deux poulies se trouvent sur la même verticale. Ayant approché mes doigts de la partie ascendante de la courroie, et à une distance de 10 centimètres environ, je vis jaillir de l'extrémité de chacun d'eux une aigrette lumineuse. Je remarquai le même phénomène sur la partie descendante, mais moins énergique, et je constatai, en outre, qu'il se produisait aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de la courroie. Quelques personnes qui m'avaient accompagné s'étant approchées pour mieux voir, je ne fus pas peu étonné de ne plus distinguer aucune lueur; toutefois ayant observé que l'une d'elles était vêtue d'un habillement de toile, je la priai de s'éloigner un peu, et aussitôt la phosphorescence de mes doigts reparut. C'était donc bien elle qui soutirait à distance toute l'électricité de la courroie. A ce propos, il y a lieu de faire une remarque intéressante, et dont j'ai vérifié l'exactitude maintes fois : c'est la plus ou moins grande conductibilité électrique des individus, conductibilité qui est, pour ainsi dire, en raison inverse de l'intensité de la sensation douloureuse que fait éprouver le passage d'une décharge électrique. Ainsi, par exemple, parmi les employés du télégraphe, quelques-uns d'entre eux, en appuyant un doigt sur le réophore d'une pile, et un autre sur l'extrémité d'un fil

de ligne sont assez conducteurs pour envoyer à travers leur corps un courant suffisamment intense pour faire marcher l'appareil de la station correspondante, et cela sans éprouver aucune douleur. D'autres, au contraire, ne peuvent toucher une pile sans sentir immédiatement une violente secousse. J'ai eu lieu d'observer des effets physiologiques analogues, lors de mes expériences sur les courroies électrogènes. Les aigrettes, qui jaillissaient des doigts, différaient sensiblement suivant les personnes. Cette expérience fut recommencée plusieurs fois; j'ai pu même constater, dans la station télégraphique de Saint-Etienne, que celles qui obtenaient les plus beaux effets jouissaient d'une très-grande conductibilité.

Les phénomènes observés sur les courroies varient beaucoup suivant les objets qu'on approche, suivant leurs formes et leur nature.

Des pointes de paratonnerres en laiton, fort aiguës, soutirent presque complétement l'électricité, et les étincelles sont à peine visibles; si, au contraire, on présente une boule de même métal, ce qui était le cas du bec de gaz dont j'ai parlé plus haut, on aperçoit une lueur confuse.

Les corps qui donnent les plus beaux résultats sont le plomb, l'étain, le fer légèrement oxydé, etc.; en un mot, tous ceux dont la cohésion est faible, à la condition de ne pas être présentés sous une trop grande masse et de ne pas se terminer par une pointe trop fine. Ainsi un tuyau de plomb, de 1 centimètre 1/2 de diamètre et d'une longueur de 1 mètre, n'offre que des résultats fort médiocres, parce qu'il agit à distance par sa masse; si au contraire, on en coupe un petit cylindre de 4 ou 5 centimètres de longueur et qu'on l'emmanche d'un morceau de bois, les phénomènes deviennent beaucoup plus beaux et augmentent d'intensité et d'éclat, à mesure qu'au moyen d'un

marteau on donne à l'extrémité libre la forme d'un cône; mais, si cette pointe devient trop aiguë, l'étincelle diminue. Les points où l'électricité se manifestait de la manière la plus brillante étaient les plus rapprochés des poulies, à la condition toutefois de se mettre à une certaine distance des appareils volumineux de fonte et de tôle qui sont mus par les courroies; néanmoins, j'ai pu constater qu'au contact de la courroie et de la poulie, on n'apercevait aucune lueur, et que les aigrettes, faibles à la vérité par le motif que je viens d'exposer, se produisaient aussitôt après la séparation.

Pendant toute cette longue série d'observations, le ventilateur n'ayant pas cessé de marcher avec une grande rapidité, les phénomènes étaient devenus de plus en plus intenses. Ainsi, sur la courroie ascendante, les étincelles jaillissaient à plus de 25 centimètres, et, chose digne de remarque, la partie phosphorescente ne remplissait pas tout l'intervalle, car l'aigrette, s'élançant toujours de l'excitateur, quel qu'il fût, atteignait, lorsqu'on exposait la main, par exemple, une longueur de 5 à 6 centimètres, qui était un véritable maximum qu'on ne pouvait lui faire dépasser. En effet, si on rapprochait la main à 10 centimètres, la clarté devenait plus vive, mais la partie de l'intervalle la plus voisine de la courroie restait complétement obscure, à moins que la distance totale ne fût inférieure à la longueur de l'aigrette elle-même. En s'éloignant de plus en plus, celle-ci conservait toujours la même dimension, mais en diminuant peu à peu d'éclat, jusqu'à ce qu'elle disparût complétement.

L'expérience la plus curieuse a consisté à placer l'extrémité d'un bâton ferré recouvert d'un peu d'étain, entre les deux courroies, sur la ligne des centres des poulies; aussitôt une double aigrette jaillit de chaque côté et per-

sista, lors même que cet excitateur fut encore à une distance de 50 à 60 centimètres de chaque courroie.

Telles furent les observations que je fis au mois d'août 1863. Elles démontrent que la production d'électricité par les courroies en cuir, frottant sur la fonte, est considérable, et que les phénomènes, décrits dans une première notice, d'après les rapports des employés de l'usine à gaz, n'avaient point été exagérés quant à leur intensité. Elles m'ont permis aussi de rectifier quelques erreurs théoriques qui devaient naturellement résulter de faits mal observés par des gens inexpérimentés.

Dans mon rapport, publié dans le numéro de mai et juin 1863 des *Annales télégraphiques*, les observations avaient été faites sur une autre courroie, faisant mouvoir un extracteur à gaz et marchant beaucoup plus lentement. On n'avait aperçu des étincelles que sur la partie descendante, et l'on avait cru constater qu'il n'existait pas d'électricité sur la partie ascendante ou brin moteur, qui était celle qui devait en fournir le plus ; mais on n'avait pas remarqué que, dans cette courroie, les deux parties se recroisaient avant d'arriver à la hauteur d'où l'on tirait les étincelles et que le brin moteur passait très-près d'un énorme tuyau en fonte qui agissait énergiquement pour en soutirer l'électricité. J'avais été ainsi conduit à tort à admettre l'isolement de la poulie motrice pour expliquer le soi-disant manque d'électricité sur la partie montante. Aujourd'hui que les phénomènes ont été bien observés, leur explication théorique peut être considérée comme certaine.

L'électricité statique ou de tension, dont les brillantes manifestations viennent d'être décrites, est le résultat du frottement d'une courroie sans fin sur une poulie en fonte, communiquant avec le sol. Cette explication est la con-

séquence naturelle de ce qui a été dit précédemment au sujet du temps de service qu'il a fallu à la courroie du ventilateur pour devenir électrogène. En effet, lorsque, dans une usine, on monte une courroie, on a toujours soin de la roidir autant que possible, afin de compenser ainsi l'allongement inévitable provenant du service. Dans ces premiers moments, la pression est très-forte et le glissement nul ; les circonférences des deux poulies se développent d'une manière égale sur la courroie, et, si l'on néglige le frottement des coussinets et des tourillons qui sont sans intérêt pour le cas qui nous occupe, aucun phénomène électrique ne peut se produire ; mais aussitôt que la tension a diminué, le glissement de la courroie sur les poulies tend à se manifester, et le frottement, en empêchant cet effet, développe l'électricité ; c'est ainsi qu'il a fallu deux mois à la courroie du ventilateur pour arriver à produire les aigrettes lumineuses.

Tel était l'état de cette question, lorsque M. Joulin vint à Saint-Etienne étudier ces phénomènes aussi nouveaux qu'intéressants. Notre premier soin fut de recommencer avec la plus grande attention la série d'expériences que je viens de décrire. C'était au mois de novembre ; le ventilateur, inutile en cette saison aux besoins de l'exploitation de l'usine, fut mis entièrement à notre disposition ; en même temps, la première courroie électrogène destinée à mouvoir le grand extracteur fonctionnait régulièrement; nous pûmes constater que, malgré un service prolongé et le polissage de sa surface interne, elle continuait toujours à produire de l'électricité, mais en bien moins grande quantité que celle du ventilateur. Les résultats fournis par celle-ci étaient alors réellement surprenants ; pour en donner une idée, il me suffira de citer le fait suivant :

M. Joulin, tenant un tube en verre, garni, à son extré-

mité, d'une armature métallique en cuivre, était occ depuis un instant à soutirer l'électricité, quand, saisis à deux mains et par-dessus un double vêtement de l fort épais le bras du contre-maître de l'usine, je l'in à toucher de son autre main celle restée libre de M. lin: aussitôt une violente étincelle jaillit; la secousse telle que je lâchai brusquement le bras du contre-maî quant à celui-ci, après avoir fait deux ou trois tours lui-même, il resta comme paralysé pendant près d' minute avant de revenir complétement à lui.

Il est difficile de se faire une idée de la beauté de l gretté qui se détachait du bec d'une burette à h que nous avions posée sur le ventilateur lui-même clarté permettait de lire parfaitement les heures et minutes sur une montre ordinaire.

Une nouvelle expérience nous permit d'apprécier l tensité de cette source d'électricité inconnue jusqu Toujours sur le ventilateur, nous plaçâmes quelq feuilles de papier très-sèches et, par-dessus, un tube verre muni à ses deux extrémités d'une garniture de ton. L'une d'elles, située à 15 centimètres environ d courroie, dégageait une superbe gerbe bleuâtre; l'au distante de 1 centimètre du ventilateur, laissait échap une série non interrompue d'étincelles, non plus diff comme jusqu'alors, mais directes, serrées, de 1 millim à peine de largeur et d'un blanc vif, semblables en t points à celles que peuvent fournir les plus puissa bobines d'induction. N'était-ce pas là la solution d condensation de l'électricité et l'explication de l'exp sion des manufactures de poudre, où les courroies cuir sec de la maison Paliard sont employées? Il est v cependant, de dire que nous ne réussîmes point à enfla mer de la poudre par ce moyen; mais tous ceux qui

tenté des expériences analogues savent combien cette opération est difficile et combien les résultats en sont variables; c'est pour cela que dans l'application à l'industrie, pour faire partir des coups de mine au moyen des plus fortes bobines Ruhmkorff, on a dû avoir recours à des mèches formées de poudre fulminante, plus facilement inflammable. Aussi serait-ce, à mon avis, commettre la plus fâcheuse imprudence que de conclure de nos expériences faites avec de la poudre de chasse surfine et très-sèche, que les étincelles produites par les courroies électrogènes ne peuvent enflammer de la poudre dans de certaines conditions qui peuvent accidentellement se produire dans le courant de la fabrication.

Nous avons tenu également à rechercher quel pouvait être le rôle des chevilles en laiton, reliant entre elles les deux épaisseurs de cuir superposées dans les courroies et si le cuir sec seul ne pouvait pas produire des résultats analogues.

Vu le laps de temps considérable qu'avait exigé la courroie du ventilateur pour produire de l'électricité, il s'agissait de trouver un moyen de faire les expériences sur la même courroie, sans en changer les conditions de frottement. Pour cela, avec un emporte-pièce, nous fîmes enlever toutes les chevilles en laiton sur la moitié de la longueur de la courroie et nous la fîmes coudre solidement avec du cordonnet enduit de poix, conservant ainsi l'autre moitié de la courroie en son état normal comme moyen de contrôle. Aussitôt que ces préparatifs furent terminés et la courroie remise en service, les phénomènes électriques recommencèrent comme auparavant, sans qu'il nous fût possible d'apprécier la moindre différence, quant aux effets, entre les deux parties. L'expérience était concluante; la production de l'électricité était indépendante

des chevilles et provenait uniquement du frotteme[nt du] cuir sec sur la fonte. Nous tentâmes alors un nouvel [essai] destiné à constater l'influence du cuir blanc, dit de [Hon]grie ou de cheval. Ce cuir, très-souple, très-malléa[ble et] en même temps très-tenace, est fréquemment em[ployé] dans la fabrication des courroies pour coudre ense[mble] les deux épaisseurs de cuir. Pour cela, nous fîmes [coudre,] suivant le milieu de la courroie de cuir sec, une b[ande]lette de cuir blanc de 1 centimètre de largeur et de [... mè]tres environ de longueur, conservant toujours l'[autre] moitié de la courroie comme moyen de contrôle. [Toute] trace d'électricité disparut complétement sur la pre[mière] partie, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur de la cou[rroie,] d'où nous dûmes tirer cette double conclusion que le [cuir] blanc est un corps bon conducteur, et que toute cou[rroie,] pour être électrogène, doit être formée d'un cuir auss[i iso]lant que possible. En soumettant directement au co[urant] d'une pile des lanières de cuir blanc, nous obtînmes [sen]siblement au galvanomètre les mêmes résultats qu['avec] un fil de fer de même diamètre et de même longueu[r, ce] qui s'explique facilement d'après le mode de prépar[ation] de cette espèce de cuir, qui doit la plupart de ses [pro]priétés à la quantité considérable de sel marin qu'il [ab]sorbe.

Enfin, nous fîmes encore deux expériences, ayant [pour] but de déterminer pourquoi les courroies en cuir sec, [quoi]que suffisamment roides, perdent peu à peu leur pou[voir] électrogène, et pourquoi celles en cuir gras ordinair[e ne] donnent pas d'électricité.

Pour la première question, le polissage de la sur[face] interne des courroies par le frottement ne suffit pas p[our] expliquer complétement la disparition de tout phénom[ène] électrique; aussi nous voulûmes nous rendre compte

l'influence que pouvait avoir le dépôt métallique provenant de l'usure de la poulie, dont s'imprègne à la longue le cuir lui-même. Pour arriver plus promptement à ce résultat, il nous suffit d'enduire de plombagine quelques mètres d'une courroie électrogène, pour constater que toute trace d'électricité avait disparu sur la partie frottée, tandis que l'autre continuait toujours à en donner jusqu'à ce que la plombagine ayant fini, par le service, par envahir la courroie tout entière, il ne nous fut plus possible d'apercevoir la moindre aigrette lumineuse sur tout le trajet, et cela quelle que fût la vitesse de rotation du ventilateur.

Quant aux courroies en cuir gras, le suif dont elles sont saturées étant un corps assez mauvais conducteur, il nous était difficile de préciser *à priori* pourquoi elles ne donnaient pas d'électricité ; cependant, d'après les expériences précédentes, nous dûmes penser que cette propriété tenait peut-être à la couleur noire dont on a l'habitude de les teindre dans l'industrie, et qui n'est autre chose que de l'encre ordinaire, c'est-à-dire un composé de tannin et de sulfate de protoxyde de fer. En effet, nous fîmes peindre en noir, d'après ce procédé, la dernière courroie électrogène, et, quoique nous l'ayons laissée sécher complétement pendant plusieurs jours, toute trace d'électricité disparut pour ne plus se manifester depuis.

D'après ces expériences, les conditions de production et de disparition de l'électricité sur les courroies semblent parfaitement déterminées et peuvent se résumer de la manière suivante :

Toute lanière de cuir peut produire de l'électricité dans certaines conditions de frottement, si elle ne renferme, soit par sa nature même, soit par superposition, aucun corps bon conducteur.

D'où il résulte que, si on a lieu de redouter le de l'électricité dans les usines où sont employées le roies en cuir sec du système Paliard, bien préfér toutes les autres, il suffit de les recouvrir d'une couc ductrice pour leur faire perdre entièrement cette prc si, au contraire, l'étincelle électrique peut jaill danger pour la fabrication, on pourra la recuei moyen de condenseurs et l'utiliser au mieux de s pres intérêts. Il ne faut pas croire que ce soit une ressource ; les faits démontrent le contraire ; et seule courroie donne de semblables résultats, à serait-on pas en droit de s'attendre en concentr effets de plusieurs? Seulement, il ne faut pas pe vue qu'on a affaire à de l'électricité de tension, p quelle certaines précautions doivent être prises. une courroie électrogène commencera à perdre s priétés, il suffira d'enlever, en frottant légèreme une pierre-ponce, la couche métallique très-minc sée sur la surface intérieure par l'usure de la pouli voir reparaître les premiers effets.

Quant à la question de la vitesse, nous en avons ché les minimums qui offrent seuls de l'intérêt, p l'intensité des phénomènes électriques augmente av Nous avons trouvé que, pour la courroie du venti il lui fallait parcourir 2 mètres par seconde pour des résultats appréciables.

Avant de terminer, qu'il me soit permis de répo quelques observations qui ont paru dans certaines pu tions au sujet de mon premier Mémoire de l'année de En général, on a prétendu que, pour produire de tricité par les courroies, il serait nécessaire d'augn la puissance des machines motrices pour compens frottements indispensables à son développement.

là évidemment une erreur, et l'examen attentif des phénomènes et de leurs conditions de production le prouve l'une manière formelle ; aussi je crois devoir maintenir, n son entier, ma première proposition : c'est que l'électricité est le résultat du travail même de la courroie, et que son intensité varie avec le frottement, qui n'est autre que celui indispensable au bon fonctionnement de la machine.

En effet, dans la pratique, lors de l'installation d'une ourroie, on commence toujours par la tendre plus qu'il e faut ; sous l'influence de la traction, elle s'allonge peu peu, et finit par glisser outre mesure ; alors on doit la oidir de nouveau. Dans cette période, se trouve celle de i production électrique qui est comprise entre le commencement où la pression est trop grande, et la fin où le lissement est trop grand aussi. L'électricité commence à manifester précisément au moment où la pression yant diminué, le frottement, particulier à chaque corps, roduit son effet maximum pour entraîner la poulie et la aire développer comme la courroie elle-même ; cependant, par l'usure et le service, le glissement augmente, le ottement diminue, et avec lui l'électricité.

Il résulte de cette explication que le maximum d'effet lectrique coïncide avec le maximum de frottement de la ourroie, et avec le maximum d'effet utile de la machine lle-même, puisqu'à ce moment-là les frottements des ourillons sur les coussinets sont minimum. L'électricité ngendrée ici est donc le résultat des vibrations des molécules du cuir, ou, en d'autres termes, de l'usure même e la courroie ; il n'y a pas besoin d'augmenter la force otrice pour obtenir l'électricité, il suffit de maintenir celle qui existe et qui est nécessaire au travail général des appareils. L'expérience vient confirmer en tous

points cette théorie. Pendant les deux premiers m ont suivi son installation, la courroie du ventilat donne pas d'électricité, parce que la tension est trop de ; les frottements se produisent sur les coussinet après, les phénomènes se manifestent ; mais, chaq on ne peut les observer que lorsque la machine fonc depuis un certain temps. Or, ce temps, variable a circonstances, quel est-il ? sinon celui nécessaire a ganes de la machine pour s'échauffer, aux poulies dilater, et donner ainsi à la courroie la tension pour produire son meilleur effet. Enfin, la différenc notable des phénomènes observés sur le brin mot sur le brin mené, vient encore fournir une nouvelle p en démontrant le rapport direct qui existe entre le de la courroie et sa charge électrique.

Je ne reviendrai pas sur les résultats nombre peuvent découler de cette découverte. L'avoir sign l'attention du monde savant, au milieu de notre recherches scientifiques, n'est-ce pas suffisant pou certain que l'industrie ne tardera pas à en tirer les quences les plus avantageuses pour elle, ainsi qu vient d'avoir lieu pour la fabrication de la poudre ?

CH. LOIR.

DE L'INFLUENCE

DE LA SITUATION DE LA PILE

SUR LES ATTRACTIONS MAGNÉTIQUES

DÉVELOPPÉES DANS UN CIRCUIT.

On a proposé et essayé à plusieurs reprises de faire marcher ensemble tous les appareils télégraphiques espacés sur un même fil, au moyen d'une seule pile placée en l'un des points du circuit. On espérait réaliser, par ce moyen, une certaine simplification dans l'installation des bureaux télégraphiques d'ordre secondaire. Quoique ce système n'ait pas été généralisé, il est intéressant d'étudier, au point de vue théorique, quelle situation doit être donnée à la pile pour produire sur l'appareil récepteur le plus grand effet possible. Le but de cette note est de comparer entre elles les diverses attractions produites et de déterminer par suite la position pour laquelle l'effet produit est maximum.

Lorsqu'une ligne est parfaitement isolée, l'attraction magnétique qui fait fonctionner l'appareil récepteur est toujours représentée par $\frac{\alpha F}{R}$, quelle que soit la situation de la pile par rapport à ce dernier :

F désignant la force électro-motrice;

R la résistance totale du circuit;

α un coefficient dépendant de la nature de l'électro-aimant.

Mais lorsqu'il existe des pertes sur la ligne, l'attra-
magnétique varie suivant la position de la pile et la
nière dont elle est répartie le long du circuit.

Soient deux postes A et B, reliés entre eux par un
ducteur d'une longueur a; si la pile est placée en A,
tensité du courant en un point quelconque C, distant
d'une longueur x, aura pour valeur :

$$(1) \qquad Z = F \frac{(m+p)e^{\frac{a-x}{m}} + (m-p)e^{\frac{x-a}{m}}}{(\rho+m)(p+m)e^{\frac{a}{m}} + (\rho-m)(m-p)e^{-\frac{a}{m}}}\,[1],$$

F étant la force électro-motrice de la pile;
ρ sa résistance, plus celle du circuit dans le poste
p la résistance du circuit dans le poste B;
m^2 la résistance qui caractérise la perte sur l'unit
longueur de la ligne, résistance supposée la m
en tous les points.

Pour plus de simplicité dans les calculs qui vont su
nous ferons abstraction de la résistance de la pile e
celle des portions de circuit existant dans les postes A

L'intensité I_1 du courant à l'origine A, le circuit é
fermé, s'obtiendra en faisant dans l'équation (1) $x=$
$\rho=0$ et $p=0$,

$$(2) \qquad I_1 = \frac{F}{m}\left(\frac{e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}}{e^{\frac{a}{m}} - e^{-\frac{a}{m}}}\right).$$

L'intensité I_2 du courant à l'origine A, quand le cir
sera ouvert en B, sera fournie par la même équation
faisant $x=0$, $\rho=0$ et $p=\infty$:

$$(3) \qquad I_2 = \frac{F}{m}\left(\frac{e^{\frac{a}{m}} - e^{-\frac{a}{m}}}{e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}}\right).$$

[1] Voir *Annales télégraphiques*, t. I, p. 229.

Enfin, l'intensité I_3 du courant au bout de la ligne en B, le circuit étant fermé, sera donnée également par l'équation (1), en faisant $x=a$, $\rho=0$ et $p=0$:

(4) $$I_3=\frac{2F}{m}\left(\frac{1}{e^{\frac{a}{m}}-e^{-\frac{a}{m}}}\right).$$

Au moyen des formules ci-dessus, nous allons déterminer maintenant la valeur des diverses attractions magnétiques, d'après la position de la pile.

1° La pile entière est placée au poste expéditeur A, ce qui est le cas ordinaire des transmissions.

L'attraction magnétique au poste récepteur B sera :

$$P_1=\alpha I_3=\frac{2F\alpha}{m}\left(\frac{1}{e^{\frac{a}{m}}-e^{-\frac{a}{m}}}\right).$$

2° La pile entière est placée au poste récepteur B :

L'attraction magnétique qui fera fonctionner l'appareil de ce poste sera égale à la force magnétique produite quand le circuit est fermé, c'est-à-dire quand A est à la terre, moins la force produite quand le circuit est ouvert en A :

$$P_2=\alpha(I_1-I_2)$$

ou $$P_2=\frac{4F\alpha}{m}\times\frac{1}{\left(e^{\frac{a}{m}}-e^{-\frac{a}{m}}\right)\left(e^{\frac{a}{m}}+e^{-\frac{a}{m}}\right)}.$$

3° La pile est partagée également en A et B :

L'attraction magnétique en B sera égale à la force produite par la pile de B quand le circuit est fermé,

— la force produite par la pile de B quand le circuit est ouvert en A,

+ la force produite par la pile de A quand le circuit est fermé :

$$P_3=\frac{\alpha}{2}(I_1-I_2+I_3)$$

ou
$$P_3 = \frac{F\alpha}{m} \times \frac{2 + e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}}{\left(e^{\frac{a}{m}} - e^{-\frac{a}{m}}\right)\left(e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}\right)}.$$

4° La pile entière est placée au milieu de la ligne en C:

L'attraction magnétique sera représentée par la différence entre les forces produites quand le circuit est fermé et quand il est ouvert en A.

La première valeur sera donnée par l'équation (1), dans laquelle on fera $x = \frac{a}{2}$, $a = \frac{a}{2}$, $p = 0$ et $\rho = m \frac{e^{\frac{a}{2m}} - e^{-\frac{a}{2m}}}{e^{\frac{a}{2m}} + e^{-\frac{a}{2m}}}$, c'est-à-dire la résistance de la partie du circuit comprise entre le point milieu C et le poste A, quand le circuit est fermé, on aura :

$$\frac{F\alpha}{m}\left(\frac{e^{\frac{a}{2m}} + e^{-\frac{a}{2m}}}{e^{\frac{a}{m}} - e^{-\frac{a}{m}}}\right);$$

la seconde valeur sera fournie par la même équation, en faisant $x = \frac{a}{2}$, $a = \frac{a}{2}$, $p = 0$ et $\rho = m \frac{e^{\frac{a}{2m}} + e^{-\frac{a}{2m}}}{e^{\frac{a}{2m}} - e^{-\frac{a}{2m}}}$, c'est-à-dire la résistance de la portion du circuit comprise entre le point milieu C et le poste A, quand le circuit est ouvert en A, il viendra :

$$\frac{F\alpha}{m}\left(\frac{e^{\frac{a}{2m}} - e^{-\frac{a}{2m}}}{e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}}\right);$$

en retranchant la seconde valeur de la première et réduisant, on aura :

$$P_4 = \frac{2F\alpha}{m} \times \frac{e^{\frac{a}{2m}} + e^{-\frac{a}{2m}}}{\left(e^{\frac{a}{m}} - e^{-\frac{a}{m}}\right)\left(e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}\right)}.$$

5° La pile est divisée en trois parties égales, l'une placée

en C au milieu de la ligne, et chacune des deux autres aux extrémités :

L'attraction magnétique en B sera égale à la force produite par la pile de B quand le circuit est fermé,

— la force produite par la pile de B quand le circuit est ouvert en A ;

+ la force produite par la pile placée en C quand le circuit est fermé ;

— la force produite par la pile placée en C quand le circuit est ouvert en A ;

+ la force produite par la pile de A quand le circuit est fermé :

$$P_5 = \frac{2F\alpha}{3m} \times \frac{2 + e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}} + e^{\frac{a}{2m}} + e^{-\frac{a}{2m}}}{\left(e^{\frac{a}{m}} - e^{-\frac{a}{m}}\right)\left(e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}\right)}.$$

6° La pile est divisée en quatre parties égales placées en A, E, D, B, de telle sorte que AE = ED = DB :

L'attraction magnétique en B sera égale à la différence entre les forces magnétiques produites par la pile de B quand le circuit est fermé ou ouvert en A,

+ la différence entre les forces produites par la pile placée en D quand le circuit est fermé ou ouvert en A,

+ la différence entre les forces produites par la pile placée en E quand le circuit est fermé ou ouvert en A,

+ la force produite par la pile de A quand le circuit est fermé :

$$P_6 = \frac{F\alpha}{2m} \times \frac{2 + e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}} + e^{\frac{2a}{3m}} + e^{-\frac{2a}{3m}} + e^{\frac{a}{3m}} + e^{-\frac{a}{3m}}}{\left(e^{\frac{a}{m}} - e^{-\frac{a}{m}}\right)\left(e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}\right)}.$$

7° La force électro-motrice est répartie également entre tous les points du circuit.

Si le circuit est fermé, l'intensité du courant produit en B par la force électro-motrice placée sur une longueur dx, à partir d'un point quelconque C, distant de B d'une quantité égale à x, sera donnée par l'équation différentielle :

$$\frac{dy}{dx}=\frac{F}{am}\left(\frac{e^{\frac{a-x}{m}}+e^{-\frac{a-x}{m}}}{e^{\frac{a}{m}}-e^{-\frac{a}{m}}}\right),$$

d'où

$$y=\frac{F}{a}\left(\frac{-e^{\frac{a-x}{m}}+e^{-\frac{a-x}{m}}}{e^{\frac{a}{m}}-e^{-\frac{a}{m}}}\right)+C;$$

C est une constante qu'on déterminera par la condition que, pour $x=0$, on ait $y=0$.

En remplaçant x et y par ces dernières valeurs dans l'équation ci-dessus, on trouve $C=\frac{F}{a}$; d'où l'on tire

$$y=\frac{F}{a}\left(1-\frac{e^{\frac{a-x}{m}}-e^{-\frac{a-x}{m}}}{e^{\frac{a}{m}}-e^{-\frac{a}{m}}}\right).$$

L'intensité du courant produit en B par la force électromotrice totale s'obtiendra en faisant dans cette dernière équation $x=a$, ce qui donne :

$$y=\frac{F}{a};$$

c'est-à-dire que l'intensité du courant est égale à la force électro-motrice divisée par la résistance du conducteur, quelle que soit la perte, lorsque le circuit est fermé.

Si le circuit est ouvert en A, l'intensité du courant au poste B s'obtiendra au moyen de l'équation différentielle :

$$\frac{dy'}{dx}=\frac{F}{am}\left(\frac{e^{\frac{a-x}{m}}-e^{-\frac{a-x}{m}}}{e^{\frac{a}{m}}+e^{-\frac{a}{m}}}\right),$$

d'où
$$y' = -\frac{F}{a} \times \frac{e^{\frac{a-x}{m}} + e^{-\frac{a-x}{m}}}{e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}} + C\,;$$

sera déterminé par la condition que, pour $x=0$, on a $y'=0$, ce qui donne $C = \frac{F}{a}$.

En remplaçant C par cette valeur dans l'équation présente, on a :

$$y' = \frac{F}{a}\left(1 - \frac{e^{\frac{a-x}{m}} + e^{-\frac{a-x}{m}}}{e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}}\right).$$

L'intensité du courant produit en B par la force électromotrice totale s'obtiendra en faisant $x = a$, ce qui donnera :

$$y' = \frac{F}{a}\left(1 - \frac{2}{e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}}\right).$$

La valeur de l'attraction magnétique qui dans ce cas fera fonctionner l'appareil du poste récepteur B sera :

$$P_7 = (y - y')\alpha = \frac{2F\alpha}{a} \times \frac{1}{e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}}.$$

Il nous reste maintenant à comparer entre elles les diverses valeurs obtenues ci-dessus :

$$P_1 - P_3 = \frac{F\alpha}{m\left(e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}\right)\left(e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}\right)}\left(e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}} - 2\right),$$

d'où, en développant $e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}$ en série :

$$P_1 - P_3 = \frac{F\alpha}{m\left(e^{\frac{a}{m}} + e^{-\frac{a}{m}}\right)\left(e^{\frac{a}{m}} - e^{-\frac{a}{m}}\right)}\left(\frac{a^2}{m^2} + \frac{a^4}{3.4.m^4} + \frac{a^6}{3.4.5.6.m^6} + \dots\right);$$

cette valeur est toujours positive, quelle que soit celle de m ; donc $P_1 > P_3$.

On obtiendrait, par des réductions analogues :

$$P_3 > P_5,$$
$$P_5 > P_6,$$
$$P_6 > P_7,$$
$$P_7 > P_4,$$
et
$$P_4 > P_2.$$

On arriverait aux mêmes résultats en tenant compte de la résistance de la pile et de celle des portions de circuit existant dans les postes, ou en supposant que les pertes ne se produisent qu'en un ou plusieurs points, au lieu d'être réparties uniformément tout le long de la ligne.

D'après cela, voici, par ordre de préférence, les diverses dispositions qu'on peut donner à la pile :

1° La pile entière placée au poste expéditeur;

2° La pile partagée également entre les deux postes;

3° La pile divisée en trois parties égales, placées l'une au milieu et les deux autres à chaque extrémité de la ligne;

4° La pile divisée en quatre parties égales, dont deux placées aux extrémités, et les deux autres à une distance des extrémités égale au tiers de la ligne;

5° La pile divisée en cinq, six ... parties égales, placées d'une manière analogue à la disposition précédente;

6° La pile répartie également entre tous les points de la ligne;

7° La pile entière placée au milieu de la ligne;

8° La pile entière placée au poste destinataire.

Ainsi, la disposition généralement adoptée dans la pratique, qui consiste à donner à chacun des postes une pile chargée de faire fonctionner l'appareil récepteur du correspondant, est celle qui offre le plus d'avantages; d'autant mieux que c'est la seule qui permette de se dispenser

de faire passer le courant dans l'appareil du poste expéditeur, ce qui diminue la résistance du circuit.

S'il existe sur une ligne des pertes telles que l'intensité du courant arrivant dans le poste récepteur ne soit pas suffisante pour faire marcher l'appareil de ce dernier, quel que soit le nombre d'éléments dont se compose la pile, il faudra ou augmenter la force électro-motrice de chacun de ces éléments, ou diminuer la résistance du fil conducteur, en augmentant sa section, ou enfin avoir recours aux relais; mais la répartition de la pile en deux ou plusieurs points de la ligne ne peut qu'affaiblir l'attraction magnétique.

Le système de transmissions à courant continu, dans lequel on donne à la pile quelques-unes des autres dispositions ci-dessus indiquées, ne peut donc être adopté que sur une ligne de peu d'étendue ou parfaitement isolée. Le seul avantage, du reste, qu'il offre sur le système ordinaire, c'est d'employer un nombre total d'éléments moins considérable; et encore cet avantage est-il plus apparent que réel, puisque dans ce cas la pile travaille, non-seulement plus souvent pendant la manœuvre des appareils, mais encore pendant tout le temps que la ligne est à l'état de repos; par conséquent, sa dépense ne peut être de beaucoup inférieure à celle des piles nécessaires dans l'autre système. E. TROTIN.

DES

LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES BELG

EN 1862 ET 1863.

SITUATION, RÉSULTATS ET RENSEIGNEMENTS DIVERS

PAR M. J. VINCHENT,
Ingénieur en chef, directeur des télégraphes.

(Extrait des *Annales des travaux publics de Belgique.*)

(Suite [1].)

Appareils télégraphiques.

Sur 365 appareils en service au 1er janvier 1864 lignes télégraphiques de l'Etat ont 198 appareils du tème Morse, sans relais local et marquant les signau l'encre (perfectionnement de MM. Digney frères, à Pa Les 167 autres appareils sont à cadran et à lettres, pres tous du système de M. Lippens, constructeur à Bruxel Ils sont employés spécialement dans les stations inter diaires des chemins de fer. Un fil, sur chaque ligne, est tiné à relier ces stations entre elles et avec les bure principaux. Ceux-ci ont donc un ou deux appareils à lett indépendamment des appareils Morse qui desservent lignes directes. Les lignes d'appareils à lettres, bien qu' ployées surtout aux télégrammes de service des chem de fer, servent d'affluents en transmettant ou en recev les correspondances privées des localités intermédiai

[1] Voir p. 252 et suiv.

En compensation, les lignes d'appareils Morse sont amplement utilisées à la télégraphie des chemins de fer, afin de faire passer les télégrammes de service à longue distance, sans mettre hors du circuit un trop grand nombre de postes intermédiaires, et en évitant les retards que causeraient des réexpéditions trop nombreuses.

Les mêmes dispositions sont adoptées, de commun accord, sur la plupart des chemins de fer concédés, où le fil et les appareils de la compagnie concessionnaire servent de ligne *omnibus*, tandis que les fils et appareils Morse de l'Etat fonctionnent comme lignes *directes* ou *semi-directes*. Presque tous les chemins de fer concédés de Belgique sont reliés, par plusieurs points, avec les chemins de fer de l'Etat. Les bureaux télégraphiques installés dans les stations de raccordement, où le service des convois se fait en commun, sont également mixtes et desservent généralement les lignes télégraphiques des compagnies, utilisées comme affluents pour la télégraphie privée des stations intermédiaires.

Ces mesures ont permis de mettre à la disposition du public, sans augmentation de taxe, presque tous les appareils télégraphiques installés en Belgique pour les besoins des chemins de fer, en épargnant à l'Administration des dépenses de matériel et de personnel qui auraient dépassé notablement les produits. C'est la seule raison d'être d'un certain nombre de bureaux qui transmettent à peine un télégramme privé par semaine. Cependant, les habitants des localités voisines attachent du prix à la faculté qui leur est accordée, et il est à présumer qu'ils en useront de plus en plus, à mesure que l'habitude de correspondre télégraphiquement se répandra dans les masses. L'Administration, loin de regretter d'avoir accueilli, sans dépense spéciale et seulement au prix de quelques embarras, cette catégorie de

correspondances, s'est préoccupée d'en étendre le cercle en dehors des lignes de chemins de fer, en subissant, il est vrai, les frais d'installation de lignes et d'appareils nouveaux, mais en cherchant à borner là l'augmentation de dépense et à éviter des frais de personnel. Il fallait, pour cela, utiliser les agents des postes et leur mettre entre les mains le système de télégraphie le mieux approprié au service qu'on allait exiger d'eux.

Les appareils à cadran et à lettres, adoptés généralement dans la télégraphie spéciale des chemins de fer, parce qu'ils sont d'une manœuvre plus facile, semblaient désignés pour les embranchements nouveaux. En effet, l'appareil à lettres n'exige point, comme préliminaires indispensables, l'étude d'un nouvel alphabet et l'exercice d'une manipulation mesurée. S'il est vrai que les novices réussissent moins bien que les agents habitués à fixer l'aiguille sur les lettres ou à en suivre exactement la marche, il est certain qu'en ralentissant suffisamment le travail, on obtient un résultat dès les premières heures d'apprentissage.

Les appareils Morse demandent une étude préalable, des locaux plus propres et mieux clos, certains soins d'entretien, le remplacement du papier, etc. Mais, une fois ces conditions obtenues et la première difficulté surmontée, ils fournissent une transmission plus rapide, une lecture plus facile et moins sujette à erreur, parce que la trace des signaux transmis reste sous les yeux du lecteur. Ce dernier avantage est d'une grande importance en télégraphie, car l'agent qui transmet sait ce qu'il va dire et n'a que la peine de traduire, tandis que le lecteur voit se joindre aux mêmes difficultés de traduction la conception d'une chose ignorée que les signaux doivent lui apprendre. En règle générale, pour épargner de la fatigue aux télégraphistes

et des erreurs aux correspondances, il faut faciliter la réception plutôt que la transmission.

Cette observation, très-connue des praticiens, nous a conduit à examiner si les bureaux de poste, pour lesquels le télégraphe devenait un service accessoire à simplifier autant que possible, se trouvaient, quant aux avantages et inconvénients réciproques qui viennent d'être énumérés, dans les mêmes conditions que les stations secondaires qui ont besoin d'appareils télégraphiques, surtout pour les communications du service des chemins de fer.

Dans la station, l'appareil télégraphique doit pouvoir fonctionner toute la journée et même pendant la nuit ; il faut donc que plusieurs employés soient à même de télégraphier à tour de rôle, et, qu'en cas de mutation, les nouveaux venus se mettent au courant dès leur arrivée. Dans le bureau postal, le service, presque toujours limité à huit heures de séance, n'exige qu'un seul agent ; les mutations sont moins fréquentes, et l'on ne risque pas de recommencer en pure perte une éducation télégraphique réclamant plus de soins.

Le bureau postal est généralement mieux clos, moins exposé à la poussière et à l'humidité, moins accessible aux allants et venants que le local destiné à l'appareil télégraphique dans une station intermédiaire de chemin de fer. Dans cette station, la télégraphie privée est l'exception ; on n'y transmet, en général, que des dépêches de service dont le sujet est plus ou moins prévu, les termes familiers, la rédaction claire et uniforme. Ces dépêches n'étant point taxées, l'expéditeur n'a point d'intérêt à les abréger au point d'en rendre le sens obscur, à les remplir de chiffres, de noms propres, de mots peu usités. Dans le bureau postal, les télégrammes privés sont l'objet exclusif des transmissions ; il faut, avant tout, éviter que l'employé se

trompe et s'inquiète. Il faut lui donner, ainsi qu'au public, toutes les garanties d'exactitude possibles.

Le simple énoncé de ces éléments de comparaison suffit, sans explications développées, pour démontrer que l'appareil le mieux approprié à la station du chemin de fer n'est pas celui qui convient au bureau de poste, et, en général, à tout bureau où l'on veut utiliser à des correspondances privées peu nombreuses les loisirs d'un service sédentaire et régulier.

En dehors des bureaux télégraphiques principaux, où les correspondances très-nombreuses doivent s'écouler avec rapidité, où des questions nouvelles se présentent sans cesse, où des difficultés diverses réclament des télégraphistes spéciaux connaissant non-seulement les appareils, mais aussi tous les détails réglementaires et pratiques du service, nous comptons dans l'Administration belge un très-grand nombre de bureaux accessibles au public, où la télégraphie privée n'est qu'un accessoire et ne répond qu'à des besoins encore peu fréquents. Ces bureaux secondaires, où le service télégraphique ne présente aucune difficulté et peut être confié sans inconvénients à des agents chargés d'autres attributions, doivent être divisés en deux catégories quant à la nature des lieux, du personnel et des correspondances : les stations intermédiaires des chemins de fer, où l'appareil à lettres est ordinairement préféré ; les bureaux de poste des localités éloignées des chemins de fer, où l'appareil Morse semble offrir plus de garanties et d'avantages.

Ces considérations expliquent comment, en conservant une ligne d'appareils à lettres sur chaque section de chemin de fer, nous avons préféré l'appareil Morse, pour tous les nouveaux bureaux établis dans les perceptions des postes, sauf ceux qui sont raccordés à des stations qui

n'ont que l'appareil à lettres. L'expérience a confirmé nos prévisions. Après un séjour de l'instructeur, qui a varié de cinq à dix jours, d'après le plus ou moins d'aptitude des fonctionnaires à instruire, tous ces bureaux se sont trouvés à même de satisfaire le public très-restreint qui se sert de leurs lignes télégraphiques, sans occasionner de nouveaux embarras à l'Administration.

Dans l'exposé comparatif qui précède, nous n'avons pas fait mention de la vitesse de transmission. Pour le service des deux catégories de bureaux secondaires dont il vient d'être question, il importe peu que l'appareil Morse transmette en une heure deux fois autant de télégrammes que l'appareil à lettres, car il est très-rare que les correspondances s'y accumulent au point de donner lieu à un travail consécutif. Mais s'il s'agit de déterminer le système à adopter sur les lignes principales où l'affluence est le cas général, la question de vitesse devient un des éléments d'appréciation les plus importants.

Supposons que 20 télégrammes soient déposés, dans l'espace d'un quart d'heure, à un bureau télégraphique qui ne dispose que d'une seule ligne dans la direction indiquée. Si l'appareil employé ne permet de faire passer que 10 dépêches par heure, il faudra deux heures pour achever le travail, et la dernière dépêche déposée aura subi un retard de sept quarts d'heure. Ce retard ne sera que de trois quarts d'heure, si l'appareil est susceptible d'un travail double, c'est-à-dire s'il peut faire passer 20 télégrammes par heure.

Dans l'hypothèse plus probable d'un travail égal dans les deux sens, c'est-à-dire s'il y a 20 dépêches déposées au bureau correspondant, pour la même ligne, pendant la durée de la transmission, cette durée se trouve portée au double, c'est-à-dire que le premier appareil considéré

donnera lieu, pour les derniers télégrammes présentés, à un délai de 3 heures 3/4, délai qui serait réduit à 1 heure 3/4 avec l'appareil transmettant 20 télégrammes à l'heure.

Lorsqu'une affluence de ce genre se présente souvent sur une ligne télégraphique, le nombre de fils et d'appareils est augmenté. C'est ainsi qu'entre Anvers et Bruxelles le travail simultané par quatre lignes est devenu la règle à certaines heures de la journée. Mais il n'est pas possible d'adopter la même mesure dans les directions où le trafic ordinaire est insignifiant, où des circonstances exceptionnelles amènent seules une grande affluence de correspondances. Cette affluence cause alors les retards que nous venons de citer, aggravés souvent par la nécessité de raccorder différents bureaux à la même ligne, de donner à chacun son tour et d'échanger des communications de service qui font perdre du temps.

Dans le premier cas, un appareil rapide diminue le nombre de lignes et d'employés nécessaires, en procurant à l'Administration une économie notable. Dans les deux cas, il réduit au *minimum* des délais préjudiciables au public.

Pour comparer, à ce point de vue, deux systèmes d'appareils, il faut tenir compte de ce qu'on peut appeler *vitesse théorique* et *vitesse pratique*. La vitesse théorique se mesure par le nombre de signaux que l'appareil peut émettre dans l'unité de temps, soit dans une expérience de cabinet, soit sur une ligne de peu de longueur, parfaitement isolée. La vitesse pratique résulte du nombre de télégrammes transmis et reçus dans l'unité de temps, par le même appareil fonctionnant utilement sur une ligne plus ou moins longue, dans les conditions diverses d'entretien et de service que présente l'exploitation ordinaire.

La différence entre la vitesse théorique et la vitesse

pratique dépend : 1° Des matières à transmettre : il est évident que des télégrammes de 20 mots, plus ou moins, ayant chacun un préambule d'indications de service (numéro, heure de dépôt, lieu d'origine, adresse, signature, accusé de réception), contenant des chiffres, noms propres ou mots douteux à répéter d'office, pour contrôler l'exactitude de la réception, demandent beaucoup plus de temps que le même nombre de mots extraits d'un texte suivi, discours, livre, journal, etc.; 2° des garanties d'exactítude qu'offre le système d'appareils en lui-même, du degré d'intelligence et d'attention qu'il réclame, de l'influence qu'exerce, sur sa marche régulière, l'état de la ligne, de la pile, de l'atmosphère, etc. La première catégorie de causes s'exerce également sur les différents systèmes d'appareils ; la seconde fait varier le rapport de la vitesse pratique à la vitesse théorique dans des limites très-étendues, d'après le système employé.

On ne peut en citer d'exemple plus frappant que l'ancien appareil à signaux de l'Administration française, fonctionnant sur deux fils à la fois. Cet appareil, reproduisant l'admirable conception des signaux combinés du télégraphe aérien ou sémaphorique, ne demandait qu'un seul mouvement par lettre ou chiffre. Dans l'état parfait, la rapidité des mouvements n'avait d'autres limites que la possibilité de donner aux deux manivelles les positions successives que reproduisaient les aiguilles. Un opérateur habile pouvait *transmettre* 300 lettres ou environ 60 mots par minute. Cette vitesse était réduite d'un tiers environ par l'impossibilité de lire et de transcrire, même en dictant plus de 40 mots par minute. On pouvait atteindre ce dernier nombre dans la transmission d'un texte suivi. Enfin, dans l'application à un service régulier, la vitesse pratique définitive se réduisait à passer 15 à 20 dépêches

de 20 mots par heure, c'est-à-dire 5 ou 6 mots par minute. La vitesse pratique était donc, pour cet appareil, le dixième seulement de la vitesse théorique.

Dans l'appareil Morse, si l'on admet, comme mouvement élémentaire, le temps nécessaire pour produire un point ou l'espace blanc qui sépare deux points ou barres, il faudra trois mouvements par barre, autant pour séparer deux lettres, etc., enfin une moyenne de 9 à 10 mouvements par lettre ou chiffre. Admettons que l'excessive simplicité de ces mouvements permette d'en faire 900 par minute, alors qu'on ne peut en faire que 300 de l'appareil français : ce sera une vitesse théorique de 90 lettres ou 18 mots par minute.

Cette vitesse n'est pas diminuée par les difficultés de réception, attendu qu'il est facile d'écrire 18 mots par minute et que d'ailleurs les signaux restent écrits et ne peuvent échapper. Les perturbations matérielles sont de peu d'importance et l'obligation de ralentir systématiquement la transmission n'a lieu que sur les lignes très longues, exigeant des relais de pile nombreux, ou sur les lignes sous-marines où les émissions de courant ne peuvent se succéder rapidement. Aussi, la vitesse intermédiaire, avec laquelle on peut transmettre par l'appareil Morse un texte continu et facile à saisir, se rapproche-t-elle beaucoup de la vitesse théorique. Nous pouvons en citer un exemple récent.

Le discours prononcé par l'empereur des Français, le 5 novembre 1863, à l'ouverture de la session législative, a été transmis, *in extenso,* à Bruxelles, en même temps qu'aux autres capitales en relation avec Paris. Il contenait 2,050 mots. Ce texte, divisé en quatre parties, a été transmis simultanément par quatre lignes reliant directement Paris à Bruxelles. La plus longue des quatre par-

ties comprenait 686 mots et a été transmise en 50 minutes, soit 13,7 mots par minute. Si le discours avait été divisé en parties égales de 512 mots, il aurait suffi de 37 minutes pour le recevoir tout entier. Il faut remarquer qu'entre Paris et Bruxelles, les appareils fonctionnent sans relais intermédiaires ; que deux des fils employés dans la circonstance citée, ont 315 kilomètres de longueur, le troisième 348 et le quatrième 380 kilomètres.

Le même discours a été réexpédié de Bruxelles à Liége par un seul fil, en 2 heures 5 minutes, c'est-à-dire à raison de 16 1/2 mots par minute. On était, dans ce travail, bien près de la vitesse théorique.

Nous ne nous en éloignerons pas plus en rappelant l'expérience que nous avons citée il y a deux ans. Voulant évaluer le nombre de télégrammes ordinaires que l'on peut transmettre en une heure, par l'appareil Morse, sans perte de temps et sans répétitions d'office, nous avons fait transmettre, dans ces conditions, de Bruxelles à Anvers, deux séries de 20 dépêches d'affaires, contenant des nombres, des noms propres, des mots techniques, etc. Les nombres étaient télégraphiés en toutes lettres. Les préambules, parcours, numéros, etc., étaient transmis comme dans le service ordinaire.

La première série contenant 453 mots de texte, préambules, etc., non compris, a été transmise en 31 minutes, soit 15 mots utiles par minute. La bande à l'arrivée était parfaitement exacte; mais le lecteur, peu habitué à ce genre de travail, avait commis trois erreurs de transcription.

Pour la seconde série, on a annoncé, avant chaque télégramme, le nombre de mots à recevoir, et ce nombre a été vérifié à l'arrivée. Malgré ce supplément de travail, la série, contenant 474 mots, a été reçue en 29 minutes 1/2, et les copies se sont trouvées d'une exactitude parfaite.

C'est la vitesse de 16 mots par minute, obtenue en der lieu dans la transmission de 2,050 mots de Bruxell Liége.

Nous insistons sur ces expériences, parce que l'app Hughes, cité pour sa grande vitesse, ne transmet 40 grammes à l'heure que dans des conditions à peu analogues, en exigeant en outre un second emplo chaque poste. Notre essai de Bruxelles à Anvers a pro ce résultat avec un seul agent de part et d'autre.

Un troisième exemple fera apprécier la réduction d tesse que produisent certaines circonstances faciles à nir. Le discours prononcé, au nom de la Reine, à l'ou ture du Parlement britannique, le 4 février 1864, a transmis de Londres à Cologne, directement, par lignes fonctionnant simultanément avec relais et tra tion à Bruxelles. Une ligne a transmis 460 mots en 50 nutes, l'autre 408 mots en 41 minutes ; vitesse moye 9,6 mots par minute. Le ralentissement relatif devait sulter : 1° d'une partie de ligne sous-marine ; 2° d translation ; 3° de l'emploi de la langue anglaise, doute peu familière aux employés qui recevaient.

La vitesse pratique, telle que nous l'avons définie haut, est, pour l'appareil Morse, assez loin de 40 grammes à l'heure. D'après les observations faites en gique sur les lignes où des dépêches alternent réguli ment sans interruption, elle est de 18 télégrammes de mots par heure. Elle était un peu moindre il y a deux a et n'allait qu'à 12 dépêches seulement en 1854.

La vitesse pratique actuelle équivaut à 6 mots utiles minute. C'est le tiers de la vitesse théorique. Dans l'ap reil français à signaux, le rapport était de 1 à 10. On par là que deux appareils de systèmes différents ét donnés, avec des vitesses égales obtenues dans des ex

riences de cabinet, il peut arriver que les résultats pratiques soient bien différents.

Le passage suivant, extrait d'un article très-intéressant, publié par M. l'inspecteur Le Moyne dans les *Annales télégraphiques de France*[1], montre que l'on s'est préoccupé, dans cette Administration, d'accroître le nombre de dépêches transmises par l'appareil Morse, en supprimant les répétitions d'office :

« Les essais comparatifs de vitesse faits, entre l'appareil Hughes et les appareils Morse, ont attiré l'attention sur le moyen ingénieux, proposé par M. Caël, de doubler la vitesse de ces derniers : il consiste simplement à faire passer le courant dans le récepteur du lieu de départ avant de le lancer sur la ligne. Deux employés sont attachés à chaque appareil ; à la station de départ, l'un transmet, l'autre vérifie sur la bande l'exactitude de sa transmission ; à la station d'arrivée, l'un reçoit et écrit la dépêche, l'autre lit la bande et collationne. De cette manière, le collationnement s'étend à toute la dépêche, au lieu d'être borné à quelques mots isolés ; on répète, sans attendre de question, les mots défectueux, et on évite la répétition partielle qui, dans la méthode ordinaire, doit suivre la réception. Ce procédé permet de transmettre un nombre presque double de dépêches, en doublant le nombre des employés, mais sans augmenter le nombre des fils.

« Avec l'installation susmentionnée, l'intensité du courant étant beaucoup plus grande au point de départ qu'au point d'arrivée, il fallait faire varier la tension du ressort de rappel de l'armature chaque fois que la transmission changeait de sens. On évite cet inconvénient en employant deux récepteurs ; dans l'un passe le courant de départ,

[1] *Perfectionnements du matériel télégraphique essayés en France en 1862*; t. VI, janvier-février 1863.

quand on abaisse le manipulateur, et dans l'autre passe comme d'ordinaire, le courant d'arrivée.

« Une autre installation, proposée par MM. Baron, A· fonso et Capella, consiste à employer des récepteurs Mor à relais et un manipulateur spécial, qui ferme le circu de la pile locale en même temps que le circuit de la p de ligne ; le récepteur fonctionne toujours par l'effet de pile locale, et le relais par celui de la pile de ligne l'autre station. »

Quels que soient les avantages des combinaisons pro sées, nous aurions quelque peine à recourir de nouveau a piles locales et aux relais locaux. Les dispositions app quées par MM. Digney frères, constructeurs à Paris, o permis de les supprimer ; l'expérience a démontré que service y gagnait en régularité, même sur les longues lig et par tous les temps. Nous sommes d'avis qu'il ne faut revenir sous aucun prétexte. C'est donc à la première d deux combinaisons proposées que nous donnerions la p férence si la même lacune ne se montrait dans l'une dans l'autre. Les erreurs commises dans la manipulati ne sont pas les seules qu'évite la répétition d'office ou c lationnement. Il y a aussi des signaux dénaturés par un cepteur mal réglé ou mal encré ; il y a des erreurs de l ture et de transcription. Le fac-simile que l'agent qui tra met tracerait en même temps sous ses yeux lui prouver (sauf erreur ou inattention de sa part) qu'il a bien tra mis, mais ne prouverait pas que la copie obtenue à destin tion est exacte. La vérification de cette copie par un seco agent, à l'arrivée, n'est pas un remède complétement e ficace. Cet agent n'ayant pas le texte original sous les yeu peut commettre la même erreur que son collègue. Rie ne peut donc remplacer le collationnement d'après la co pie transcrite, vérifié d'après la minute au lieu de dépar

Le meilleur moyen de tirer un parti complet d'une ligne d'appareils Morse qui doit satisfaire à une grande affluence, est, à nos yeux, la transmission simultanée dans les deux sens, telle qu'elle a été organisée sur certaines lignes de l'Administration royale des télégraphes des Pays-Bas, par M. Wenckebach, ingénieur de cette administration. Nous en avons parlé il y a deux ans en citant les essais faits avec succès entre Bruxelles et Amsterdam, à l'intervention de cet électricien distingué. Depuis cette époque, des appareils construits, sur ses indications, par MM. Digney à Paris, ont été substitués en partie aux appareils d'origine allemande qui avaient servi aux premiers essais. Nous avons demandé que l'appareil destiné au bureau de Bruxelles fût sans relais local, conformément à notre système général, et le résultat n'a rien laissé à désirer. Le genre de travail que réclame ordinairement la ligne de Bruxelles à Amsterdam, et la nécessité d'y faire intervenir Anvers à de fréquents intervalles, n'ont pas encore permis de faire passer la transmission simultanée dans la pratique journalière, comme entre Amsterdam et Rotterdam; mais le développement des correspondances nous forcera bientôt à y recourir. Nous estimons que cette combinaison permettra de porter à 30 télégrammes par heure, y compris les répétitions d'office les plus satisfaisantes, la vitesse pratique de l'appareil sur les lignes d'affluence. Il va sans dire que cette vitesse sera réduite de fait chaque fois qu'il y aura moins de dépêches à transmettre dans un sens que dans l'autre.

M. Hagers, directeur adjoint du bureau télégraphique d'Amsterdam, a fait paraître, dans les *Annales télégraphiques de France* (livraison de mai-juin 1863), quelques renseignements très-utiles sur la transmission simultanée. Il fait remarquer, avec raison, que les piles destinées

à ce service doivent offrir peu de résistance; que ce doit entrer en ligne de compte dans la combinaisc résistances accessoires destinées à équilibrer les courants.

Tous ces détails sont nécessaires pour faire appr leur juste valeur les ressources pratiques qu'offr pareil Morse comme vitesse, exactitude et facilité ploi. Voulant dire quelques mots de quelques ap remarquables dont l'application partielle a été fa va se faire dans les pays voisins, nous avons tenu sembler les éléments de comparaison qui engagent ministration belge à s'en tenir, pour le momei système Morse, pour le service de ses lignes té phiques.

Les personnes qui s'intéressent aux applications lectricité ont toutes quelques données sur les ap télégraphiques de MM. Hughes, Bonelli et Caselli. I tome V de son Exposé, contenant la revue des vertes faites de 1859 à 1862 inclusivement, M. le Th. Du Moncel [1] donne une description complète trois systèmes. Ne pouvant la reproduire *in extenso* dépasser les limites que comporte notre travail, et n lant point en diminuer la clarté par un abrégé sans fi nous nous bornerons à apprécier les résultats prol à obtenir, en rappelant les caractères distinctifs de cl appareil.

Le télégraphe imprimeur de M. Hughes est origi des États-Unis d'Amérique, comme celui de M. Mor diffère radicalement des appareils imprimeurs conn paravant. Chez ceux-ci, chaque lettre réclamait opérations électriques, savoir : 1° une série de cou

[1] *Exposé des applications de l'électricité*, Paris, 1863.

et d'interruptions de courant, pour faire arriver la lettre en face du papier et du marteau, par des procédés analogues à ceux qui conduisent l'aiguille des appareils à cadran et à lettres; 2° une émission de courant au point voulu pour dégager le marteau et produire l'impression.

Pour qui a vu fonctionner un appareil à lettres, il est évident que ce procédé devait nécessairement entraîner des pertes de temps et des erreurs. Que restait-il alors? Des caractères connus substitués à des signaux de convention? Cela n'a aucune importance pour des télégraphistes spéciaux : *Un appareil imprimant en caractères ordinaires ne doit être préféré au système Morse que s'il transmet plus vite et, accessoirement, s'il fonctionne assez exactement pour que la bande imprimée puisse être coupée et délivrée, sans correction, au destinataire du télégramme reçu.*

M. Hughes, appréciant ces considérations, n'a pas suivi l'ornière tracée par ses prédécesseurs. Il a osé songer à imprimer, sans arrêter la roue des types, en faisant agir le marteau à l'instant précis où la lettre indiquée passe devant le papier. Nous disons : il a osé, car il fallait être doué d'une conception bien hardie, d'un génie mécanique bien remarquable pour rêver l'impression à distance des types placés à la circonférence d'une roue faisant cent vingt tours par minute et pour réaliser ce rêve de la façon la plus brillante.

En parlant de l'appareil Hughes, dans nos comptes rendus de février 1861 et d'avril 1862, nous avons énoncé quelques objections à son application au service général des correspondances; mais, en manifestant notre admiration pour le résultat obtenu, au point de vue de l'art télégraphique, nous comptions sur les améliorations que promettaient l'habileté de l'inventeur et le concours impor-

tant qu'il avait obtenu de M. Froment, constructeur de
pareils mis en service par l'Administration française.
espoir n'a pas été trompé. Le pendule conique a été
stitué à l'ancienne lame vibrante, dont le bruit incomr
et les ruptures fréquentes constituaient un des inco
nients principaux du système. Une disposition très-i
nieuse, en supprimant le W de la roue des types, don
peut se passer à la rigueur, produit, lorsque cette l
est indiquée par le clavier, un déplacement de la roue
substitue aux lettres de l'alphabet les chiffres et le
gnes de ponctuation qui manquaient autrefois. Enfin
est parvenu à faire fonctionner l'appareil de Pa
Marseille, c'est-à-dire à 800 kilomètres environ,
les relais intermédiaires qui étaient une cause d'irrég
rité.

Ces progrès sont-ils suffisants pour motiver la subs
tion de l'appareil Hughes à l'appareil Morse dans l'en
ble d'un service télégraphique ? Non, diront les pratici
parce que l'appareil est plus coûteux, parce que la
nœuvre et l'entretien en sont beaucoup plus difficiles, p
qu'il se prête beaucoup moins aux raccordements et
communications directes qu'exige le service général d
réseau.

Y aurait-il au moins avantage à l'employer sur certai
lignes où deux bureaux sont en relation permanente et
l'affluence dépasse les moyens actuels de transmission
aurait-il un meilleur service pour le public et moins
dépense pour l'Administration. Pour résoudre cette qu
tion, il convient de reproduire le programme que d
remplir l'appareil imprimeur : *télégraphier plus vite
livrer au public la bande tout imprimée, dès le dern
mot transmis*.

Le second résultat semble à peu près obtenu, à la su

des derniers perfectionnements. On assure qu'une compagnie anglaise, qui a adopté l'appareil Hughes, délivre les bandes aux destinataires. Que fait-on, dans ce service, lorsque l'agent qui transmet s'est trompé, en admettant même que l'appareil ne manque jamais ? Nous persistons à croire que, dans les conditions actuelles de la télégraphie européenne, les avantages d'une mesure semblable seraient moindres que les inconvénients.

En ce qui concerne la vitesse, nous avons vu qu'elle peut être égalée par l'appareil Morse dans certaines conditions. En tout état de choses, une ligne d'appareils Hughes ne pourrait point fournir un service aussi avantageux que deux lignes d'appareils Morse. Or, l'appareil Hughes exige deux employés à chaque poste et coûte au moins le double ; le seul avantage serait donc en certains cas l'économie d'un fil conducteur. Il aurait quelque importance dans la télégraphie sous-marine et dans un service direct à très-longue distance. Ces deux cas ne se présentent point dans le service belge ; on conçoit donc que l'appareil Hughes n'y ait point été adopté, malgré les perfectionnements importants dont il a été l'objet.

L'appareil de M. Bonelli trace, comme le précédent, des caractères romains sur une bande de papier, mais il est électro-chimique et comporte une composition préalable. Le modèle décrit par M. Du Moncel (le même probablement que celui qui figurait, en 1862, à l'exposition universelle de Londres), exigeait dix ou onze fils conducteurs. Ce nombre à été réduit à cinq dans des spécimens plus récents.

Les accessoires sont traités avec le talent qui distingue l'inventeur, connu depuis longtemps par ses applications électriques. On conçoit que le synchronisme absolu n'est pas indispensable : une marche un peu plus rapide ou un

peu plus lente du chariot qui reçoit, par exemple, n'aurait d'autre effet que d'élargir ou de rétrécir les lettres tracées. Il faudrait une grande différence de vitesse pour les déformer ou les confondre complétement. La disposition de l'appareil permet de transmettre deux télégrammes en sens inverse, par le même mouvement du chariot. On peut la modifier facilement de manière à obtenir, en outre, deux impressions simultanées à l'arrivée, en faisant passer le courant dans deux peignes récepteurs. Cette addition permettrait, si ce système était mis en pratique, de délivrer une bande au destinataire et de conserver l'autre pour l'administration.

Dans les essais de cabinet, la transmission d'un télégramme de 20 mots, composé à l'avance, ne dure que six secondes. En supposant que les pertes de temps inévitables, le placement du papier, etc., aient la même durée cela correspondrait à la vitesse encore prodigieuse de 5 télégrammes par minute ou 300 par heure.

Cinq appareils Morse ne fourniraient que 90 télégrammes dans le même temps. Pour compléter la comparaison, il faudrait tenir compte de la durée de la composition qui, bien qu'elle n'occupe pas la quintuple ligne, exige un personnel spécial et un certain intervalle entre le dépôt de la dépêche et sa mise en transmission. Nous manquons de données expérimentales sur ce travail de composition mais nous pouvons faire toute concession sur ce point et considérer cependant la vitesse de 300 télégrammes à l'heure comme essentiellement théorique. Nous citerons seulement, comme causes pratiques de ralentissement :

1° La longueur de la ligne ; les imperfections et les différences d'isolement ou de conductibilité entre les cinq fils conducteurs ;

2° Les manutentions au départ et à l'arrivée. Nous leur

avons assigné six secondes par télégramme : il faudrait bien peu de chose pour décupler cet intervalle, même en supposant les composteurs tout prêts de part et d'autre et la manœuvre aussi facile que celle d'une presse mécanique. Il faut songer aux difficultés d'une simultanéité complète d'opérations entre deux opérateurs éloignés, qui n'ont pour se guider que les moyens d'avertissement ordinaires.

Nous ne parlerons qu'en passant de la différence qui existe entre un appareil unique exigeant cinq fils conducteurs et cinq appareils juxta-posés fonctionnant avec un fil chacun. La seconde disposition conserverait les 4/5 de sa valeur en cas de dérangement d'un conducteur, tandis que le premier appareil serait mis hors d'usage. Il y aurait même interruption chaque fois que les cinq fils présenteraient des pertes ou des résistances inégales, fait très-fréquent sur les lignes. Nous ne ferons pas ressortir l'impossibilité matérielle d'établir un réseau télégraphique avec des embranchements comportant chacun cinq fils conducteurs. Il est évident que le système de M. Bonelli servirait seulement à relier ensemble les centres d'affluence. C'est dans ces conditions, et probablement dans un but de concurrence, qu'une compagnie s'est formée en Angleterre afin d'exploiter cet appareil, à la suite d'une première application entre Liverpool et Manchester[1]. Cette expérience en grand sera du plus haut intérêt; mais nous doutons que l'application s'étende à d'autres lignes télégraphiques européennes.

L'appareil de M. Caselli est électro-chimique et autographique. Il a réussi au point de donner de Paris à Lyon, de Paris à Marseille, des épreuves d'une netteté remar-

[1] Le prospectus de cette Compagnie annonce un tarif de *six pence* (60 centimes) par télégramme de 20 mots, entre les principaux centres d'affaires du Royaume-Uni.

quable. De la musique copiée, des dessins à la plume ont été reproduits non-seulement avec toute la clarté désirable, mais avec le moelleux d'une gravure très-fine. C'est une réussite complète quant à l'objet qu'on s'était proposé. Il reste à examiner quel parti une exploitation télégraphique peut tirer de cet objet.

Les avantages d'une transmission autographique sont :

1° La reproduction de l'écriture et de la signature originales ;

2° La faculté de transmettre des croquis, plans, marques, portraits et autres indications que les appareils alphabétiques ne peuvent point traduire ;

3° La possibilité d'employer des abréviations, une écriture sténographique ou tout autre moyen permettant au public de transmettre de longues correspondances sans accroître les frais dans une trop forte proportion ;

4° Le même avantage d'abréviation au point de vue des exploitations télégraphiques, à raison de la faculté de transmettre dans le même temps et par le même nombre de fils plus de matière taxée que par les appareils ordinaires ;

5° Enfin, pour l'Administration comme pour le public, la garantie d'une reproduction identique, c'est-à-dire sans erreurs.

Le premier avantage séduit l'imagination. Voir, reconnaître l'écriture, la signature même de la personne éloignée, quelle satisfaction dans les relations de famille; quelle sécurité dans les affaires ! Sans nier l'importance de ce résultat, faisons remarquer pourtant que le mode de reproduction, quelque parfait qu'il soit, laisse une facilité assez grande à la contrefaçon. De forger un télégramme et de le présenter avec une signature supposée, dans les conditions actuelles, à imiter, sur une feuille métallique,

l'écriture et la signature d'autrui, il n'y a qu'un pas, et la personne capable du premier méfait, dans un but de mystification, d'escroquerie ou pour tout autre objet, pourrait fort bien aller jusqu'à l'imitation. Bien que les télégrammes supposés soient fort rares dans la télégraphie actuelle, les intéressés se défient avec raison de cette éventualité. Les affaires traitées par voie télégraphique le sont, en même temps, par correspondance ordinaire, cette dernière permettant de convenir à l'avance de certaines formules pour tout ordre, toute communication dont la nature et l'importance prêteraient à la fraude. Pourrait-on, par la transmission autographique, se départir complétement de ces précautions? Ce serait imprudent, car la confiance absolue dans l'aspect de l'écriture encouragerait un degré de fraude de plus, en présence duquel on resterait désarmé. L'avantage, quoique réel, n'est pas tout à fait complet.

La faculté d'envoyer des dessins, des marques particulières, est incontestablement avantageuse; mais elle ne s'applique qu'à des circonstances qui resteront exceptionnelles dans l'ensemble des correspondances télégraphiques.

L'emploi de la sténographie et des abréviations n'est pas seulement une question économique et fiscale. Il se relie directement à l'admission d'un chiffre secret dans les télégrammes des particuliers. On sait que les gouvernements qui exploitent à peu près exclusivement la correspondance télégraphique sur le continent européen, n'admettent l'emploi d'un chiffre secret que dans les dépêches d'Etat émanant des souverains, des ministres, des agents diplomatiques et, à l'intérieur de chaque pays, de certaines catégories de fonctionnaires spécialement désignés. On objecte à l'admission des dépêches chiffrées des particu-

liers les exigences de l'ordre public, la difficulté de transmission et l'intérêt du Trésor.

L'ordre public peut être en jeu dans certaines circonstances; mais alors rien n'empêche les gouvernements intéressés de suspendre momentanément les correspondances en chiffres, attendu que les règlements et les conventions internationales réservent spécialement le droit d'interrompre le service télégraphique, pour un temps indéterminé, soit pour toutes les correspondances, soit seulement pour certaines natures de correspondances, soit enfin sur certaines lignes. En temps ordinaire, les seules dépêches sur lesquelles il y ait en réalité une surveillance à exercer sont celles qui semblent contraires aux bonnes mœurs, à la probité commerciale, etc. Ces dépêches sont refusées surtout parce qu'il serait inconvenant au plus haut degré de les faire passer ouvertement par l'intermédiaire d'une administration publique. Ce motif est évidemment le plus sérieux, car il n'est pas possible d'empêcher des communications de cette nature à mots couverts et en langage convenu. On n'a jamais songé à les interdire par voie postale. Là où les plus adroits et les plus prévoyants échappent à tout contrôle, ce n'est évidemment pas la question de moralité qui est en jeu. Du moment où il ne s'agit que d'une question de convenance, le chiffre secret deviendrait simplement l'équivalent de la lettre cachetée.

Quant aux difficultés de transmission, elles sont, il est vrai, d'autant plus grandes que le texte est moins compréhensible aux télégraphistes. En outre, l'altération d'un caractère pouvant rendre une dépêche chiffrée sans objet a beaucoup plus d'importance qu'un changement d'orthographe dans un texte en langage connu. Ce genre de difficulté n'est pas complétement évité dans la télégraphie actuelle, puisque l'on transmet des nombres en chiffres, des

phrases en langues étrangères que tous les employés ne connaissent point. D'ailleurs il faut considérer que les correspondances chiffrées donnent assez d'embarras à ceux qui les rédigent et qui les lisent ; qu'elles resteraient assez rares, surtout si on les frappait d'une surtaxe spéciale. Cette surtaxe pourrait être calculée de manière à indemniser le Trésor du développement que l'emploi d'un chiffre permettrait de donner à une correspondance, sans augmentation apparente du nombre de signes à transmettre.

On ne peut donc considérer comme absolument impraticable l'appropriation du système Morse à des transmissions sténographiques même secrètes.

Il est évident que l'abréviation qui en résulterait, si elle n'entraînait pas une diminution de recette, constituerait une facilité de service très-importante pour l'exploitation même.

Le cinquième avantage que nous avons cité, la reproduction sans erreurs, est à nos yeux le plus important de tous. Malgré toutes les précautions prises dans la télégraphie actuelle, malgré les progrès d'exactitude dus à l'emploi du système Morse, il faut encore que l'intelligence et la prudence humaine interviennent. C'est dire qu'il y a des instants de fatigue, de distraction, d'aberration même qui empêchent d'obtenir des garanties absolues. Le meilleur télégraphiste peut commettre une erreur ; cette erreur peut être sans conséquence, ou elle peut avoir les conséquences les plus fâcheuses pour les correspondants : cela dépend du signe altéré. La faute n'est ni plus ni moins grave, quels que soient ses résultats, quelque rare qu'elle puisse être, mais elle est inévitable à un moment donné.

C'est pourquoi les gouvernements qui exploitent des lignes télégraphiques se refusent à assumer aucune responsabilité du chef de ce genre de correspondance. Cela in-

dique assez à quel point serait précieuse l'intervention d'un agent sourd et aveugle, telle que l'action électro-chimique, reproduisant le fac-simile de la dépêche.

Nous voyons donc que le premier avantage qui saute aux yeux, c'est-à-dire la reproduction ou plutôt la ressemblance de l'écriture et de la signature, n'est ni le seul ni le plus important que nous promette l'appareil Caselli.

Ces promesses seront-elles tenues dans la pratique régulière? Nous le saurons probablement bientôt, car le gouvernement français, sous les auspices duquel l'appareil a été expérimenté, s'est fait donner, par une loi sanctionnée le 27 mai 1863, les pouvoirs nécessaires pour déterminer provisoirement la taxe des dépêches privées, plans, dessins et figures quelconques transmis au moyen de l'appareil autographique. Une application partielle, mais régulière, au service des correspondances privées, peut seule résoudre la question. Qu'il nous soit permis cependant de hasarder quelques doutes, avec l'espoir qu'ils seront détruits par l'expérience projetée.

On a constaté, entre Paris et Lyon, une vitesse de 15 mots, soit environ 75 lettres par minute. Ce serait, sans perte de temps, plus de 40 télégrammes de 20 mots à l'heure. Nous ne connaissons pas l'effet des pertes de temps, non plus que des pertes de place sur les carrés de papier argenté qui serviraient à écrire ces dépêches. Eu égard aux soins, à la précision que réclame la mise en train, nous sommes porté à craindre que cette vitesse ne soit réduite de plus de moitié.

Cela étant, il n'y aurait vitesse gagnée que par la sténographie. Que fera le public admis à choisir entre les moyens actuels, aux prix actuels, et la transmission autographique non-seulement surtaxée, mais nécessitant certaines précautions : l'emploi de carrés de papier métallique

fournis par l'Administration, une écriture plus soignée, des traductions sténographiques, etc. ?

Un exemple connu nous porte à croire que l'emploi du nouveau système sera exceptionnel. On sait qu'en doublant la taxe d'un télégramme, on peut en obtenir le *collationnement*, c'est-à-dire la répétition transmise et vérifiée par le bureau de destination. On peut également convenir avec son correspondant qu'il répétera les chiffres, les mots importants, comme preuve non-seulement qu'ils ont été bien transmis, mais qu'il les a bien lus. Eh bien ! ces précautions facultatives sont d'un usage tellement rare, qu'il faut supposer que le public prend la télégraphie telle qu'elle est, au meilleur marché possible, en subissant les chances d'inexactitude, heureusement peu nombreuses, qu'elle entraîne avec elle.

Nous supposons donc que la transmission autographique, pour devenir d'un usage général, doit arriver à offrir aux correspondants une rédaction aussi commode, un tarif aussi économique, un écoulement aussi rapide que par les moyens actuels. L'expérience projetée fera voir si le public est de cet avis.

L'intérêt qui s'attache aux appareils télégraphiques de grande communication ne doit point faire oublier les appareils à cadran et à lettres. La plupart des stations des chemins de fer du gouvernement et des chemins de fer concédés du royaume ont l'appareil à lettres de M. Lippens. Le modèle généralement adopté offre les dispositions suivantes :

Aiguille du cadran mue par un mouvement d'horloge ; échappement dirigé par les oscillations d'une armature aimantée entre deux électro-aimants de sens contraire ; lorsque le courant passe dans un sens, l'électro-aimant de gauche attire et celui de droite repousse l'armature ; le

contraire a lieu quand le courant passe dans l'autre sens.

Comme transmetteur, une manivelle sur axe vertical, portant une roue à gorge sinueuse, dans laquelle s'engage un levier à mouvement alternatif, comme celui des anciens appareils français à double manivelle. Autant de mouvements du levier, autant d'inversions de courant autant de lettres marquées sur le cadran.

Il n'y a pas de cadran indicateur sous la manivelle mais comme les deux récepteurs sont compris dans le circuit, l'agent qui transmet arrête sa manipulation à chaque lettre marquée sous ses yeux. Cette manœuvre s'acquiert facilement par l'habitude, cependant elle peut être considérée comme un inconvénient inhérent à ce modèle d'appareil; elle limite la vitesse de l'aiguille parce qu'une manipulation trop rapide ferait dépasser les lettres à indiquer. Par le même motif, la manivelle parcourt, pour chaque case ou lettre du cadran, un angle de 45°, ce qui correspond à quatre tours pour faire passer l'aiguille devant toutes les lettres. Quoique cet inconvénient soit racheté par des avantages dont nous avons parlé dans d'autres circonstances, nous le citons spécialement parce qu'il a donné lieu à un perfectionnement important dû également à M. Lippens : la substitution d'un clavier circulaire à la manivelle.

Ce clavier est placé autour du cadran récepteur. L'aiguille, le mouvement d'horlogerie, l'armature et le double électro-aimant sont disposés comme dans l'autre modèle, mais les courants sont autrement distribués. Ils passent dans la roue d'échappement qui est en argent et de là, alternativement, dans les deux palettes en acier trempé qui dégagent cette roue et qui sont portées par l'axe de l'armature. Dans les deux appareils correspondants, ce sont les mouvements mêmes de l'armature

qui, en faisant changer la palette en contact, produisent le renversement du courant et, par conséquent, le rappel de l'armature. C'est donc un trembleur sans ressort antagoniste dont le mouvement continue tant qu'il n'est pas arrêté mécaniquement.

Une touche quelconque étant abaissée provoque le premier envoi du courant et, comme conséquence, les envois alternatifs dans les deux sens. Ces courants sont bifurqués comme suit : un courant transmis directement sur la ligne arrive au récepteur du poste correspondant, parcourt les deux électro-aimants en sens contraire, de manière à attirer l'armature d'un côté et à la repousser de l'autre, puis il trouve la terre; au point de départ, l'autre pôle de la pile a trouvé la terre en passant par l'électro-aimant de droite de l'appareil local; un courant dérivé est dirigé en même temps dans l'électro-aimant de gauche de ce même appareil. Ce courant dérivé n'agit donc que sur un seul électro-aimant, et son action est même contrariée au lieu d'être aidée par le courant de ligne qui passe dans l'électro-aimant de droite ; mais comme le courant dérivé, rencontrant moins de résistance, est le plus actif des deux, les impulsions aux deux postes sont égales et simultanées. Ce mode de distribution, qui résulte forcément des communications établies pour distribuer les courants, a l'avantage de leur opposer une résistance beaucoup moins grande que dans l'appareil à manivelle où il y a, outre la ligne, huit bobines à franchir par le même courant.

Nous avons dit qu'une touche abaissée met et maintient l'aiguille en circulation; cette touche porte un buttoir qui interrompt mécaniquement la marche de l'aiguille de l'appareil qui transmet, au moment où celle-ci arrive devant la touche et la lettre correspondante. L'interruption

est calculée de telle sorte, que la roue d'échappemer touche en ce moment ni à l'une ni à l'autre des pal régulatrices ; il n'y a donc plus de courant, et l'app qui reçoit, à l'autre poste, s'arrête en même temps peut alors lâcher la touche sans que l'appareil se rer en marche, puisqu'en se relevant la touche fait cess communication avec la pile. Tout reste immobile jus ce qu'une autre touche, provoquant un nouvel envo courant par la palette retombée sur sa roue, attire l'a ture et remette de nouveau les aiguilles en mouven

On voit donc qu'une touche abaissée devant une l provoque le départ de l'aiguille, du point quelconqu elle se trouve, jusqu'à la lettre indiquée, à moins q ne lâche la touche avant que la lettre ne soit marquée quel cas les deux aiguilles, à l'arrivée comme au dé s'arrêteraient à cet instant. On conçoit que, puisqu'i a plus chance de dépasser la lettre, comme dans l'a reil à manivelle, le mouvement de l'aiguille d'une let l'autre peut être beaucoup plus rapide. De là plus d tesse et, en même temps une manœuvre plus facile.

M. Lippens nous a montré un perfectionnement qu apporté récemment à son appareil à clavier. Indépend ment de deux vis de rappel placées près des élec aimants, pour limiter l'amplitude des oscillations de l mature, celle-ci, à sa partie supérieure, est engagée d une rainure qui réduit l'amplitude à ce qui est strictem nécessaire pour dégager l'échappement. Ces oscillati réduites sont celles de l'appareil qui reçoit. A l'appa qui transmet, la touche abaissée, en même temps qu provoque l'envoi du courant, relève la rainure supérie et laisse à l'armature la liberté d'osciller plus largem jusqu'aux vis de rappel. Cela donne plus de durée a contacts des palettes avec la roue d'échappement.

ême temps, l'appareil qui reçoit conserve, par ses oscil-
tions très-réduites, une sensibilité un peu plus grande
e l'appareil qui transmet.

L'appareil à clavier de M. Lippens a été adopté par l'ad-
inistration communale de Bruxelles qui vient de relier,
r des lignes télégraphiques spéciales, l'hôtel de ville,
bureaux de police, les postes de secours en cas d'in-
die, etc. Il est également en service dans les stations
chemins de fer de l'État Néerlandais. Les résultats de
te application sont très-favorables. Toutefois les che-
ns de fer de Belgique, qui ont un matériel complet d'ap-
reils à manivelle, n'ont pas changé de modèle jusqu'à
ésent. Dans un même service, l'uniformité de système
une condition essentielle. Il faut qu'une station puisse
respondre, dans tous les sens, au moins avec quatre ou
q stations de chaque ligne. Des modèles différents
éraient des zones sans communications entre elles.
doption du modèle à clavier entraînerait donc la modi-
ation complète d'un matériel qui, rien que pour les
emins de fer de l'État, comprend 176 appareils. Cette
pense ne serait justifiée que si les appareils à clavier
eignaient la dernière limite du perfectionnement dont
télégraphie spéciale des chemins de fer est susceptible.
us croyons qu'il n'en est pas ainsi et qu'un système
ns lequel la pile motrice serait remplacé par des aimants
rait de beaucoup préférable.

Il est rare que, dans les stations peu importantes, les
piles trouvent l'emplacement et les soins désirables. C'est
généralement de la mauvaise installation ou de l'entre-
tien défectueux de la pile que proviennent les interrup-
tions de service. Il y aurait donc très-probablement éco-
nomie et très-certainement amélioration de travail à les
supprimer.

Depuis dix années environ, M. Lippens s'est occ d'appliquer à ses appareils à cadran les courants alte: tifs produits par le mouvement des aimants artificiel de leurs armatures. Rien ne se prête mieux en effet genre de moteur que des appareils pour lesquels les rants de pile doivent être alternativement renversés, tout si une émission rapide suffit pour dégager l'écha| ment et faire avancer l'aiguille.

Des recherches dans le même sens ont été faites d'autres constructeurs. Un des chemins de fer conc en Belgique a mis en activité quelques appareils à ain du modèle de M. Siemens. On leur reproche l'effort nécessite la manipulation et certaines irrégularités service des télégraphes de l'État a essayé deux appa magnéto-électriques de M. Wheatstone, tels qu'ils : employés aux communications télégraphiques mises disposition des particuliers entre les quartiers de Lond L'expérience a donné de bons résultats ; les appareils admirablement exécutés; mais il sont assez coûteux l'on peut considérer comme un inconvénient l'obligat de tourner une manivelle d'une main, tandis que l'a main marque les lettres sur le clavier.

Nous renvoyons aux descriptions si complètes de M. Moncel pour de plus grands détails sur ces appareil sur ceux de MM. Henley, Wilde et Allan. Pour nous problème à résoudre est l'application pratique d'un ma pulateur magnéto-électrique à nos récepteurs actuels, les modifiant aussi peu que possible. Nous espérons q l'habileté de M. Lippens obtiendra la solution désirée, nous gardons, en attendant, nos anciens appareils à p et à manivelle.

L'adoption d'un bon système de sonnerie a une gran importance dans la télégraphie. On a reconnu depu

longtemps que les sonneries à mouvement d'horloge avec échappement ont des défauts pratiques qui empêchent d'y trouver la sûreté, l'infaillibilité indispensables. Il faut, pour dégager l'échappement, des courants de force constante; la sonnerie doit être remontée. Enfin l'irrégularité des effets fournit trop de prétextes à ceux qui ne répondent pas à l'appel.

Les sonneries dites trembleuses, adoptées dès 1852 dans le service des télégraphes belges, se substituent généralement aux sonneries à échappement sur les lignes télégraphiques étrangères, surtout depuis que les particuliers emploient des sonneries électriques dans leurs appartements. Cette dernière application, qui offre les conditions les plus défavorables au point de vue de la surveillance et de l'entretien, n'aurait pu être généralisée avec le système à échappement.

Les trembleuses employées en Belgique depuis douze ans sous le nom de sonneries vibratoires, sont dues à M. Lippens, et nous aimons à constater que ce constructeur est le véritable inventeur de la seule disposition pratique et avantageuse actuellement passée dans l'usage général. M. le comte du Moncel, dont le nom fait autorité en pareille matière, donne à ce sujet des détails circonstanciés. Le brevet de M. Lippens date du 20 août 1850. Il décrit de la manière la plus précise les deux ressorts dont la combinaison favorise les oscillations dues aux courants alternativement interrompus et reproduits. Ces ressorts sont indispensables pour assurer de bons contacts et pour aider au mouvement alternatif. Ils n'existaient pas dans le rhéotome de Neef; dans la sonnerie de M. Siemens, la combinaison était entièrement différente. C'est en 1853 seulement que des industriels français qui, d'après le témoignage de M. du Moncel, ne connaissaient pas la sonnerie

de M. Lippens, commencèrent à appliquer des appar tout à fait semblables aux usages domestiques. Cette plication, lorsqu'elle se répandit en France, donna lie différents procès en contrefaçon, à l'occasion desquels tribunaux français déclarèrent le procédé tombé dan domaine public par le fait d'invention et d'applicat antérieure par M. Lippens [1].

Quelques renseignements sur les horloges électriq employées par l'Administration compléteront cette re des appareils télégraphiques et de leurs accessoires. horloges électriques commencent à se répandre en Be que. Les avantages actuels de cette application ne s pas tels qu'on puisse lui consacrer un réseau de fils c ducteurs, qui répandraient dans tout le pays l'heure d'ı horloge-type placée dans la capitale; mais, dans les lim d'une ville, dans les bâtiments et dépendances d'une tion de chemin de fer et même dans les différentes sa d'un bureau télégraphique important, il y a un avant

[1] En rendant compte de ces débats de priorité, dans lesquel contrefaçon n'était certes pas de notre côté de la frontière, M. Moncel reproche à *un peuple aussi éclairé que le peuple belge* d'a négligé l'invention et *charivarisé* l'inventeur. Ce reproche ne p provenir que d'un malentendu. Il est vrai que M. Lippens, occu des constructions plus importantes et ne prévoyant pas le part tirer de ses sonneries pour les usages domestiques, a laissé tom son brevet dans le domaine public. Mais son procédé a été appré de ceux qui ont eu occasion de le connaître, et notamment du serv des télégraphes belges, où il n'a pas cessé d'être utilisé depuis do ans. M. Lippens n'a jamais subi de charivari, à moins que ce soit ce des sonneries elles-mêmes, construites et essayées dans ses atelie Nous tenons beaucoup à ne pas laisser cette impression à un ju aussi bienveillant et aussi écouté que M. le comte du Moncel. Le ma tyrologe des inventeurs méconnus nous laisse souvent incrédul dans cette circonstance, au moins, la Belgique ne lui a pas appo de contingent.

réel à obtenir l'uniformité de l'heure sur un grand nombre de cadrans. A courte distance, l'établissement des fils conducteurs n'est pas dispendieux et les chances de dérangements, par mélanges, dérivations ou ruptures, sont considérablement atténuées. Les villes de Bruxelles et de Gand ont des cadrans électriques établis par M. Nolet, constructeur à Gand : la marche en est généralement régulière. Dans cette dernière ville, la station principale des chemins de fer et deux des bureaux télégraphiques ont l'heure donnée par le circuit de la ville. L'entrepreneur s'engage à maintenir cette heure en concordance parfaite avec l'Observatoire de Bruxelles, qui règle le temps pour tous les services de chemins de fer, postes et télégraphes du pays. A Liége, M. le professeur Gloesener a également fait établir un réseau de cadrans électriques. Enfin, dans les locaux assez étendus de la station du Nord à Bruxelles, lesquels comprennent le bureau télégraphique principal de la capitale, ainsi qu'un bureau de poste, l'heure est donnée par la grande horloge de la façade, construite, ainsi que les cadrans électriques, par M. Bouckaert, horloger à Bruxelles.

Ce constructeur est breveté pour deux perfectionnements aux horloges électriques. Nous en donnerons une idée succincte. La première disposition est applicable surtout aux cadrans de dimensions moyennes (35 centimètres de diamètre et au-dessous), aux pendules de cheminées, etc. L'horloge type envoie des courants alternativement renversés, par exemple de demi-minute en demi-minute. A cet effet, l'un de ses mobiles porte un commutateur composé de deux roues isolées entre elles, mais attachées respectivement aux deux pôles de la pile. Ces deux roues portent des chevilles conductrices, qui alternent et viennent appuyer successivement, par la rotation de l'axe,

sur des ressorts en argent mis en relation, l'un avec l(conducteur, l'autre avec la terre, qui sert à compléte circuit. On conçoit que, par cette disposition, lorsqu(pôle cuivre est mis en communication avec le fil cond teur, le pôle zinc est en relation avec la terre, et réci| quement. Entre les contacts successifs il y a des interva pendant lesquels la pile ne fonctionne pas. Derrière cha cadran récepteur se trouvent deux électro-aimants en à cheval, entre lesquels une armature aimantée est al nativement attirée à droite pendant qu'elle est repou: à gauche, attirée à gauche pendant qu'elle est repouss droite. Une tige faisant corps avec l'armature est susp due dans la verticale du point de tangence de deux rc dentées de soixante dents chacune. L'une de ces rou le même axe que l'aiguille des minutes; l'autre est s plement engrenée à la première. Lorsque la tige est pou à gauche avec l'armature, une griffe articulée, qu' soutient sur la première roue, fait tourner celle-ci d' demi-dent et entraîne la seconde roue en sens inve lorsque la tige est poussée à gauche, une griffe sembl et symétrique pousse une dent de la seconde roue qui avancer la première d'un second demi-cran. Les gri étant disposées en plan incliné, de manière à glisser qu: elles tirent, et à n'agir que quand elles poussent, on con que les deux roues avancent toujours dans le même se Il n'y a donc pas de ressort antagoniste, pas d'effet réaction ou de recul possible. Cette disposition, exce: vement simple, n'exige pas des courants constants et fo tionne avec la plus grande régularité.

Dans la seconde disposition, l'inventeur s'est prop d'obtenir une force plus grande, en détruisant, au moy d'un fil conducteur accessoire, l'aimantation qui persi après chaque interruption du circuit. Elle comporte, com

la précédente, deux électro-aimants vis-à-vis l'un de l'autre pour chaque cadran ; mais l'armature qui oscille entre eux est en fer doux, au lieu d'être en acier aimanté. Pendant chaque période d'émission, le courant dérivé, qui semblerait devoir combattre l'effet du courant principal, est employé seulement à neutraliser le magnétisme rémanent de la période d'émission précédente, lequel s'opposerait, sans cela, au mouvement prompt et régulier de l'armature.

Cette disposition, qui pourrait trouver d'autres applications, a d'excellents résultats dans la marche des grands cadrans électriques. Autrefois le poids des aiguilles obligeait à recourir, en pareil cas, à un mouvement d'horlogerie dissimulé derrière le cadran et dont le courant se bornait à provoquer l'échappement. M. Bouckaert fait mouvoir, sans cet auxiliaire, deux cadrans de 1 mètre de diamètre placés dans la gare du Nord à Bruxelles. Une pile de douze éléments, du système Daniell et de grandeur moyenne, suffit à la marche parfaitement régulière de ces deux cadrans, plus de cinq autres, de grandeurs diverses, compris dans le même circuit. Il y a un fil de plus dans la seconde disposition que dans la première. Dans l'enceinte d'une même station, d'un même établissement, cela n'a pas d'inconvénient.

Une expérience d'une durée très-suffisante nous a permis de constater que les horloges électriques de M. Bouckaert fonctionnent d'une manière parfaitement régulière. Les effets de la gelée sur les cadrans récepteurs et des accidents aux fils conducteurs ont seuls donné lieu à quelques interruptions. Nous ne savons si ce résultat a été égalé dans d'autres applications du même genre, mais nous croyons qu'il n'a pas été dépassé.

(*La fin au prochain numéro.*)

LA TÉLÉGRAPHIE EN ESPAGNE.

L'administration espagnole vient de prendre l'initiativ de réformes importantes dans l'organisation et l'exploitation du réseau télégraphique. Nous nous empressons d reproduire les décrets royaux qui consacrent ces nouvell dispositions.

Décret royal concernant une nouvelle organisation administrative des télégraphes.

Conformément à la proposition de notre ministre de l'inté- rieur, pour réformer le service des télégraphes et les attributio des fonctionnaires du corps qui en constituent le conseil supérieur et consultatif,

JE DÉCRÈTE CE QUI SUIT :

ART. 1er. Les fonctionnaires du corps des télégraphes qui portent aujourd'hui la dénomination de directeurs de lignes recevron dorénavant le nom d'inspecteurs de district.

ART. 2. La Péninsule et les îles adjacentes sont divisées en quatre districts télégraphiques, à la tête de chacun desquels il aura un inspecteur, sans préjudice de l'établissement d'un plu grand nombre de districts, lorsqu'on en reconnaîtra la nécessité Le premier district comprendra les centres télégraphiques de Madrid, Sarragosse, Cuença et Salamanque ; le second, les centres de Séville, Andujar, Malaga et Badajoz ; le troisième, ceux de Valladolid, Tuy, la Corogne, Gigon, Santander et Vitoria ; le quatrième, ceux de Barcelone, les Baléares, Almansa et Carthagène ; conformément à la proposition de la direction générale, le conseil consultatif du corps entendu, et sans que cette distribution porte obstacle aux modifications qui pourront être conseillées par l'expérience.

Un règlement spécial déterminera les devoirs et attributions des inspecteurs de district.

Art. 3. Les inspecteurs de district les plus anciens, en nombre égal aux emplois qui sont assignés à ce grade à Madrid, y auront leur résidence et feront partie du conseil supérieur du corps, dans les termes exprimés par l'article 10 du présent décret.

Art. 4. La station télégraphique de Madrid sera dirigée par un directeur de section, sous les ordres immédiats du directeur général.

Art. 5. Le directeur général du corps est personnellement chargé de prendre toutes les mesures qui altèrent transitoirement ou partiellement les règles permanentes édictées pour la correspondance télégraphique.

Art. 6. Un des inspecteurs de district, résidant à Madrid, sera chef de l'école des sous-directeurs du corps. Ses attributions et devoirs seront déterminés dans le règlement spécial à cette école.

Art. 7. Un des inspecteurs de district, résidant à Madrid, sera chargé de la statistique télégraphique et de tout ce qui est relatif à la comptabilité de la correspondance officielle et privée, intérieure ou internationale.

Art. 8. Les dispositions commandées par les articles 6 et 7 aux inspecteurs de district seront présentées par eux, avec leur avis, à l'autorisation du directeur général.

Art. 9. L'inspecteur de district, chargé de celui de Madrid, exercera ses fonctions dans les mêmes limites que les inspecteurs chargés d'un district, hors de cette résidence.

Art. 10. Le conseil supérieur du corps sera composé du directeur général, président ; des inspecteurs généraux et d'un nombre égal d'inspecteurs de district, les plus anciens en résidence à Madrid. Un directeur de section sera secrétaire, sans voix délibérative, sur la désignation du directeur général.

Art. 11. Le conseil sera entendu :

1° Sur les affaires où il s'agit, soit de fautes dont la preuve serait difficile ou réservée par sa nature, soit de celles qui ne sont pas comprises expressément dans les règlements en vigueur ;

2° Sur toute affaire qui, sans se fonder sur les punitions a rieures, imposées d'après l'avis du conseil, peut produire la r cation du fonctionnaire à qui elle se réfère, étant entendu appartienne aux grades dont l'entrée est soumise à un exame

3° Pour les déclarations de mérite spécial digne d'une réc pense signalée pour services extraordinaires ou pour travaux s tifiques d'une utilité reconnue;

4° Sur la mise à la retraite des fonctionnaires de toute classes du corps jusqu'aux directeurs de section de pren classe inclusivement, lorsqu'ils auront soixante ans accompli lorsque, par quelque autre cause, ils seront impropres au ser

5° Sur l'adoption des perfectionnements ou des changem qui seront proposés relativement aux systèmes télégraphique

6° Sur les projets de lignes nouvelles, changements de c existantes et création ou suppression de stations;

7° Lorsque le gouvernement ou le directeur général croira portun de prendre son avis.

Art. 12. Quand le conseil supérieur aura émis son avis au jet des cas indiqués par les paragraphes 1 et 2 de l'article 1 pourra proposer comme punition pour le ou les fonctionn dont la conduite sera répréhensible :

1° La révocation ; 2° le retrait d'emploi définitif; 3° le re d'emploi temporaire ; 4° la suspension d'emploi et de solde p deux ou plusieurs mois ; 5° la réprimande ou l'avertissement

Art. 13. Quand il doit émettre son avis au sujet de ce qui spécifié dans le paragraphe 3 du même article 11, il pourra p poser comme récompense pour le ou les fonctionnaires sign par leur mérite :

1° Une mention honorable ; 2° une décoration parmi celles blies à cet effet ; 3° n'importe quelle autre récompense extraor naire correspondant à l'importance du mérite, étant entendu qu ne modifiera pas en cela la position occupée par le titulaire da les cadres du corps.

Art. 14. Un règlement spécial déterminera les cas où l' pourra proposer chacune des punitions indiquées dans l'article

et les récompenses consignées dans l'article 13, avec le minimum ou maximum en cas de répétition, ainsi que la forme de procédure employée par le conseil pour la connaissance des causes qui lui sont dévolues.

Art. 15. Le conseil supérieur du corps se réunira une fois par semaine au moins, tant qu'il aura des matières à traiter.

Art. 16. Après son installation, le conseil procédera à l'examen et au jugement des affaires personnelles de tous les membres du corps, en exceptant ceux des grades auxquels ils appartiennent eux-mêmes, et ses conclusions seront toujours constatées dans le dossier du fonctionnaire auquel elles se rapportent, avec l'approbation ou la non-approbation du directeur général.

Art. 17. Tous les cinq ans on fera une nouvelle révision des dossiers de tous les fonctionnaires du corps, dans la forme indiquée par l'article précédent.

Art. 18. Le conseil consultatif du corps des télégraphes sera formé du directeur général, président, et des inspecteurs généraux. Un directeur de section, désigné par le directeur général, sera secrétaire du conseil, sans voix délibérative.

Art. 19. Ce conseil sera entendu :

1° Sur la formation des budgets ;

2° Sur la création des règlements de toute nature ou de toute modification y relative ;

3° Sur l'adoption de perfectionnements ou modifications générales, se référant à la partie économique ou administrative ;

4° En ce qui concerne l'organisation du corps ;

5° Pour la formation du cahier des charges qui doit précéder toutes adjudications ;

6° Sur n'importe quel service qui, étant sujet à une soumission publique, selon les dispositions en vigueur, devra être exécuté sans adjudication par des raisons spéciales ;

7° Relativement à la mise à la retraite des inspecteurs de district qui ont soixante ans accomplis ou sont impropres au service pour toute autre cause.

Art. 20. Le conseil consultatif examinera trimestriellement les

comptes de tous les fonds administrés par la direction générale et les présentera avec son avis au directeur général.

Art. 21. Le conseil informera en outre sur toute affaire relative aux télégraphes, étant entendu qu'il en prévienne le gouvernement ou le directeur général.

Art. 22. Les avis des conseils supérieur et consultatif seront portés par le directeur général à la connaissance du ministre de l'intérieur, avec son approbation ou avec l'exposé des motifs de son dissentiment, lorsqu'il s'agit des matières relevant de la résolution royale.

Art. 23. Sont abrogées toutes les dispositions qui ne sont pas en harmonie avec celles du présent décret.

Donné au palais le 24 février 1864. Parafé de la main royale.

Le ministre de l'intérieur,

Antonio Benavides.

Rapport à S. M. la Reine.

Madame,

Les demandes fréquentes et répétées que les cités, les entreprises et même les particuliers adressent à Votre Majesté pour qu'on étende jusqu'à eux les avantages inhérents au service télégraphique, et les bénéfices qu'ils obtiendraient, s'ils possédaient ce moyen de communication, ont fait regretter plus d'une fois au ministre soussigné que la sollicitude du gouvernement ne donnât pas satisfaction à tant d'aspirations légitimes et dignes d'attention, qui peuvent se concilier avec les devoirs de l'administration, eu égard aux ressources dont elle dispose, et avec les droits de la société, sans aucun péril pour des intérêts sacrés et généraux.

Le principe inaltérable sur lequel repose l'emploi des fonds du Trésor étant respecté, l'usage moral et régulier du télégraphe étant garanti, par les conditions qui aujourd'hui réglementent la correspondance, non-seulement l'extension qu'il est nécessaire

de donner à ce service, sera exempte d'inconvénients, mais encore elle devra produire de notables et d'avantageux résultats, comme l'indiquent les demandes réitérées des localités qui ne jouissent pas de ces avantages.

Pour répondre à ce désir d'une manière complète, le ministre soussigné a cru qu'il suffirait d'avoir présentes deux conditions d'équité, que les services d'intérêt local ou privé fussent payés par ceux qui les désirent et qui en profiteront, et que, en se reliant comme ils doivent l'être, avec le service général, ils ne puissent causer aucune perturbation, ni par leurs conditions matérielles, ni par la nature de la correspondance. Ces deux précautions indispensables étant assurées comme suit dans le projet ci-joint, il n'y a ni péril ni inconvénient à concéder en une seule fois une importance illimitée à la télégraphie, à la volonté des cités, des entreprises et même à celle des particuliers, moyennant que l'observation des convenances et des nécessités sera l'unique règle qui fixe l'extension et la nature des nouveaux services. Ceci se réalisera en diminuant les obligations que cet important service impose aujourd'hui au Trésor, en le plaçant dans de meilleures conditions pour remplir son office, au moyen d'une augmentation de lignes, sans imposer aux localités ou particuliers plus de dépenses que celles causées par leur service particulier et acceptées avec une entière connaissance de cause et avec une entière liberté, le tout sous les règles d'équité qui ne peuvent être rejetées complétement.

Si cette pensée mérite l'agrément de Votre Majesté, elle daignera mettre son approbation au projet de décret ci-joint.

Madrid, 30 mars 1864.

Le ministre de l'intérieur,

Antonio Canovas del Castillo.

Décret royal concernant la concession de lignes télégraphiques privées.

Conformément à ce qui m'a été proposé par le ministre de l'intérieur, pour régulariser la concession des lignes et stations télégraphiques,

Je décrète ce qui suit :

Art. 1er. Les provinces, cités, entreprises et établissements publics ou privés, qui désirent l'établissement de nouvelles lignes ou stations, pourront les solliciter du gouvernement, en indiquant la durée journalière du service télégraphique auquel ils aspirent. Le gouvernement fera étudier l'influence de l'établissement desdites lignes ou stations sur le réseau télégraphique de l'État, et fixera le point ou les points par lesquels devra se relier avec celui-ci le service provincial, municipal ou particulier que l'on sollicite, son coût d'installation et le montant ordinaire des frais de personnel et matériel que ce service devra généralement occasionner, soit directement, soit indirectement, par son influence dans l'organisation générale.

Art. 2. Le gouvernement, après avoir étudié le coût de l'installation et du service des lignes ou stations demandées, le fera savoir au pétitionnaire, et celui-ci déclarera s'il est disposé à le payer à l'État. En cas affirmatif, le gouvernement fixera les conditions spéciales pour l'établissement, qui se fera soit par l'administration, soit par les intéressés, à la volonté et aux frais de ceux-ci. Ils devront en outre garantir les dépenses d'entretien et de service, lorsque le pétitionnaire sera une entreprise ou un établissement public, ou ces dépenses seront insérées, comme obligatoires, dans le budget provincial ou municipal, si le pétitionnaire est une province ou une cité. Si les intéressés se chargent de la plantation, elle sera assujettie aux règles établies pour les lignes télégraphiques construites par entreprise.

Art. 3. Les contractants s'engageront à payer à l'État la différence qui existerait entre le produit annuel de la correspondance expédiée par les stations sollicitées et le coût de leur service et

entretien, plus le coût des nouvelles lignes établies pour elles, plus celui des réformes qui auront été nécessaires dans les stations ou lignes existant précédemment. La correspondance officielle sera taxée comme privée, et son produit sera compté à titre d'abonnement aux stations qui l'expédieront.

Art. 4. Lorsque, dans une période de cinq années, les frais seront dépassés par les recettes, les lignes ou stations où ce fait aura eu lieu seront considérées comme appartenant à l'État, qui remboursera le montant de l'établissement à la localité qui l'avait supporté. Ceci n'est pas applicable au cas où il s'agit d'entreprises ou établissements publics ou privés, pour leur minimum de garantie dans la moyenne des produits.

Art. 5. Aucune nouvelle ligne ou station ne pourra être établie que par une déclaration préalable de sa convenance officielle faite en Conseil des ministres, ou au moyen d'une pétition et sous les conditions établies par le présent décret.

Art. 6. Il reste entendu que le service des stations et lignes de toute classe ne peut se faire, conformément à la loi, par d'autres fonctionnaires que ceux du corps des télégraphes.

Donné au Palais le 30 mars 1864. Parafé de la main royale.

Le ministre de l'intérieur,
Antonio Canovas del Castillo.

Rapport à S. M. la Reine.

Le projet de décret que le ministre soussigné soumet à l'approbation de Votre Majesté a pour double but de simplifier le service des télégraphes et d'offrir au public de nouvelles et plus grandes facilités pour utiliser ce nouveau moyen de correspondance.

La perception en espèces du montant des télégrammes impose nécessairement à l'administration certaines difficultés et produit finalement un retard dans les communications, une augmentation et une complication des travaux de bureau. Il faut, pour cela, appliquer à la comptabilité un personnel nombreux, détaché de

la tâche propre à son institution et sujet à tous les inconvénients d'un recouvrement direct de la main des expéditeurs. De là un préjudice considérable pour le Trésor, un motif de contestations fréquentes entre le public et les bureaux du télégraphe, la nécessité de requêtes aux expéditeurs et de formalités dans l'admission des dépêches, conséquemment une perte de temps, et enfin la manipulation et la conservation des fonds.

En supprimant le recouvrement métallique du montant des télégrammes, il en résultera pour cette administration une grande simplification dans les préliminaires de la transmission des dépêches; pour le public une commodité notable et même un nouveau moyen de faire que les télégrammes puissent entrer en circulation, étant envoyés de points où il n'existe pas de stations; pour le Trésor, une augmentation de recettes par l'accroissement de la correspondance; pour le service, une simplification notable d'écritures, l'exemption de responsabilités inutiles et même un certain allégement dans les fonctions; tous objets qui s'obtiennent par l'établissement de timbres de franchise pour la correspondance télégraphique.

Ce moyen si commode ne peut être mis à exécution par le ministre soussigné sans la suppression de certains avantages, plus apparents que réels, octroyés aujourd'hui aux expéditeurs, qui en utilisent seulement un petit nombre, étrangers à la nature du service télégraphique, et avec lesquels la transmission des messages est moins rapide. Aujourd'hui, l'administration télégraphique, dans le but d'inspirer la confiance aux expéditeurs, ne se contente pas de prendre les précautions que le bon service exige. Elle se prête à des responsabilités, à des indemnités inutiles pour celui qui les réclame, préjudiciables pour les autres, coûteuses pour l'État, et qui ne sont en usage dans aucune branche de l'administration. Désireuse, en outre, d'attirer la correspondance du public, elle va jusqu'à offrir des services étrangers à la télégraphie, pour répondre à toutes sortes de besoins. De là naissent une multitude de complications et de travaux qu'il est nécessaire d'écarter à l'avenir.

Si l'on aspire à la liberté dans la correspondance, on y arrivera en libérant le public de certains obstacles, ainsi qu'en dégageant l'administration d'une certaine tutelle incommode, qui arrête son mouvement; il faut précisément laisser à l'intérêt privé le soin de ses propres garanties, comme il les cherche dans les autres services, et ne demander à celui des télégraphes que l'emploi de ses propres éléments, dépouillés d'additions officieuses et de formalités aussi irrégulières que peu équitables, qui préjudicient à son but exclusif.

Ces considérations ont amené le ministre soussigné à limiter l'obligation des bureaux télégraphiques à remettre les dépêches à la personne désignée dans le rayon de la ville où ils se trouvent ouverts, sauf, quand il est nécessaire, à y joindre le transport par la poste, celle-ci étant un service public déjà établi. D'une même base partent les dispositions qui font considérer comme un nouveau télégramme l'accusé de réception; celles qui obligent à compter comme une dépêche chacune des expéditions qui, avec un même texte, doivent être remises à différentes personnes dans la même ville, puisque ce sont autant de services différents rendus à l'expéditeur; celle qui prohibe la périlleuse et toujours insuffisante preuve d'identité de la personne; celle qui supprime la restitution du montant des dépêches subissant une perte ou une altération, parce que cette coûteuse et difficile restitution ne peut ni satisfaire l'expéditeur, ni augmenter à un plus haut degré la sécurité dans le service, obligeant, d'autre part, à de nombreuses investigations, à des retards et à des travaux multipliés, que le Trésor doit payer. On a placé dans la création du certificat télégraphique l'unique garantie qui, en des cas déterminés, pourra être importante pour un expéditeur; et en proportionnant son prix aux travaux qu'il impose et aux avantages que doit en tirer celui qui aspire à cette sécurité, on lui a donné le caractère qui correspond à un cas exceptionnel, sans nonobstant concéder aux télégrammes certifiés aucun avantage de priorité, parce que ce bénéfice exceptionnel peut seulement être accordé en tant qu'il n'est pas dommageable aux droits du public.

Il reste encore, toutefois, un service qui n'est pas rigoureusement exigible par le public, mais qui peut l'être convenablement dans des cas déterminés, et qui seul impose aux stations un travail de soin et d'attention : c'est celui des réponses payées par anticipation. Les modifications que l'on a été forcé d'introduire dans ce service pour le conserver naissent de la condition indispensable du payement en timbres qui doivent être poinçonnés au moment de leur présentation et ne peuvent alors, en aucun cas, être rendus.

Ces dispositions sont applicables, sans aucune difficulté, à la télégraphie de l'intérieur du royaume, et sans nécessiter d'autres préparatifs que ceux purement matériels concernant l'exécution. Seulement il faudra rendre uniforme le tarif des Baléares avec celui des diverses stations espagnoles de la péninsule, pour éviter toute complication inutile et toute occasion d'erreur; ce changement, qui produit un abaissement dans le tarif spécial aujourd'hui en vigueur pour la correspondance de ces îles, se trouve déjà consigné dans le projet.

Pourtant, si la franchise par timbres ne s'étendait pas également et simultanément à la correspondance internationale, l'objet de cette réforme se trouverait perdu; car elle ne sera ni utile ni efficace tant qu'il faudra recouvrer en espèces une taxe, si minime qu'elle soit, et conserver, par conséquent, les registres à souche, la perception et le personnel de la comptabilité. Comme toutes les difficultés et complications énumérées proviennent des conventions télégraphiques internationales et n'ont été admises dans l'intérieur du royaume que pour rendre la correspondance uniforme, nous sommes forcés de les supprimer dans les rapports avec les autres États. L'Espagne ne pourrait arriver à ce résultat sans s'écarter des conventions qu'elle a acceptées et sans séparer sa cause de celle des autres administrations télégraphiques, tant que les traités sont encore en vigueur. Cependant on ne doit pas s'arrêter dans une réforme d'une convenance évidente, par considération pour les autres administrations, qui ne méconnaissent pas les avantages de cette innovation, quoiqu'elles se bornent à

l'accepter en théorie. Aujourd'hui les conférences télégraphiques internationales étant tombées en désuétude, et le terme extrême étant dépassé, pour la mise en vigueur de la dernière convention télégraphique, il n'existe aucune raison suffisante pour éloigner l'application de la réforme. L'administration télégraphique espagnole peut prendre l'initiative sur son réseau, sans autre délai que celui nécessaire pour en donner connaissance aux divers États avec qui elle a conclu des conventions, et en offrant à ceux-ci la même et juste réciprocité.

On a donc fixé la date du 1er juillet pour mettre la réforme en pratique, donnant ainsi le temps nécessaire pour qu'elle soit connue des différentes nations, et que celles-ci préparent les modifications convenables dans leur correspondance avec les stations espagnoles. Ces modifications laissent en vigueur tout ce qui est particulier à chaque Etat : la base générale de la correspondance et les tarifs.

Malheureusement la taxe des dépêches n'a pas partout l'uniformité déjà concertée entre la France et l'Espagne. Il y a encore des nations qui maintiennent les zones télégraphiques dans leurs tarifs, système qu'il convient de bannir complétement. L'administration télégraphique espagnole s'efforcera partout où il sera possible et par tous les moyens qui lui paraîtront les plus efficaces, de faire accepter un autre système; mais comme chaque État a le pouvoir de le conserver ou non, il a fallu se prémunir contre toute éventualité pour l'avenir, et l'on a rendu les timbres applicables à la correspondance sujette à un payement par zones, d'abord comme garantie et précaution contre la persistance future dudit système, puis comme moyen de ne point suspendre l'innovation, tant qu'elle est à l'étude dans tous les pays.

Cette détermination oblige à une déclaration qui pourra être transitoire, mais indispensable tant que les tarifs par zone subsisteront, celle de fixer une limite au fractionnement du montant des télégrammes, afin de ne pas multiplier indéfiniment les classes et les prix des timbres. Pour arriver à ce but, on a fixé comme espèce un minimum admissible, c'est le réal, qui ne présentera

d'excès que dans quelques télégrammes où il devra être complété pour toute fraction de réal. Il reste entendu, comme l'équité l'exige, que l'on établit une réciprocité parfaite dans les restrictions comme dans les avantages, eu égard à ce qui reste établi entre tous les Etats qui ont des relations télégraphiques avec l'Espagne.

Tels sont, Madame, le but et les bases du projet de décret que le ministre soussigné a l'honneur de soumettre à Votre Majesté. Si Votre Majesté daigne l'approuver, le Gouvernement étudiera le moyen de compléter la réforme qu'il réalise avec d'autres projets d'une convenance reconnue, cherchant ainsi à améliorer les conditions des lignes comme à supprimer les abus qui aujourd'hui en distraient la majeure partie de la correspondance, donnant enfin au Corps des télégraphes l'organisation que son importance réclame.

Aranjuez, 22 mai 1864.

Le ministre de l'intérieur,
Antonio Canovas del Castillo.

Décret royal concernant l'emploi de timbres-télégrammes.

Conformément à la proposition du ministre de l'intérieur,

Je décrète ce qui suit :

Art. 1er. Le payement de la correspondance télégraphique, tant de l'intérieur du royaume qu'internationale, se fera au moyen de timbres de franchise, dont la forme et le coût seront annoncés en temps opportun.

Art. 2. Les textes dont la transmission est demandée pourront être écrits sur toute espèce de papier et être présentés à la station par n'importe quelle personne, ou envoyés par poste ou autre moyen d'un point éloigné; étant entendu qu'ils seront conformes aux prescriptions en vigueur relativement au contenu et à la rédaction, et que le timbre ou les timbres correspondant à leur étendue selon le tarif y seront joints.

Art. 3. Il ne sera remis aucune dépêche hors du rayon de la localité où se trouve établie la station destinataire par un autre moyen que celui de la poste; et pour qu'elle soit remise par cette

voie, le texte qui devra être expédié sera accompagné, en outre des timbres correspondant à la franchise télégraphique, de ceux correspondant à la franchise postale.

Art. 4. Les télégrammes destinés à des points où il n'y a pas de station seront remis par le dernier bureau télégraphique à celui des postes, qui les fera parvenir à leur destination comme plis recommandés, sans exiger que l'on y joigne les timbres des postes. Ces timbres seront remis aux administrations correspondantes par les stations télégraphiques expéditrices, sous quittance et après avoir été poinçonnés dans les formes et termes que les directions générales de l'un et de l'autre service fixeront d'un commun accord.

Art. 5. Les timbres de toute espèce qui accompagnent les dépêches, comme payement du service de la transmission et de la remise à domicile, seront poinçonnés à la station expéditrice, au moment où ils y seront déposés.

Art. 6. Lorsqu'un seul et même texte devra être expédié à divers destinataires dans une même ville, on comptera pour le payement autant de dépêches qu'il y aura de destinataires indiqués.

Art. 7. L'accusé de réception de chaque télégramme se comptera pour le payement comme une nouvelle dépêche.

Art. 8. On admettra le payement préalable des réponses aux télégrammes en en assurant la franchise par des timbres, conformes au type qui est adopté pour les réponses payées. Ces timbres seront poinçonnés comme les autres, par la station expéditrice. Si l'on ne donnait pas la réponse, ou si elle était donnée avec un nombre de mots moindre que celui payé, il n'y aura lieu à aucun remboursement. Si la réponse a plus d'extension que la franchise, la station expéditrice de la réponse couvrira en timbres la différence entre le montant payé et celui correspondant à cette nouvelle dépêche.

Art. 9. Quand un expéditeur demandera à certifier la transmission d'un télégramme, il emploiera, à cet effet, en sus du timbre ou des timbres ordinaires correspondant au texte, le timbre

spécial du certificat télégraphique. La station expéditrice ı obligée de mettre à la disposition du signataire de chaque t gramme certifié l'itinéraire suivi par la dépêche jusqu'à son rivée à destination, et un accusé de réception de sa remise. télégrammes certifiés n'auront pas de préférence de tour poı transmission.

Art. 10. Les réclamations pour perte ou altération d'un gramme donneront seulement lieu à l'avenir à la recherche causes qui ont pu produire l'irrégularité dans le service, pou informer l'intéressé et pour la punition du fonctionnaire ou fonctionnaires qui peuvent avoir été coupables.

Art. 11. Dans aucun cas, on ne prouvera l'identité de péditeur, quoique celui-ci l'offre ou qu'un autre la réclame.

Art. 12. Les administrations des postes, dans les villes y a une station de chemin de fer et une de télégraphe du Goı nement, feront une distribution spéciale des plis pour le se télégraphique, de façon que ceux-ci soient reçus sans retard les stations de télégraphe après l'arrivée de chaque train.

Art. 13. Un même tarif télégraphique réglera la corres dance de l'intérieur du royaume et celle des îles Baléares.

Art. 14. La direction générale des télégraphes portera ı présent à la connaissance des administrations des autres E unies à celle d'Espagne par des traités télégraphiques, la p des dispositions précédentes qui doit produire une modifica dans la forme actuelle de la correspondance entre les divers p et sollicitera par les moyens qu'elle croira convenables, que harmonise le service télégraphique international.

Art. 15. La même direction s'emploiera auprès de l'admi tration du Portugal pour l'établissement d'un tarif uniforme e les deux nations et invitera en même temps celles des autres I à la suppression des zones télégraphiques.

Art. 16. Les comptes pour la correspondance internatio se feront dans la même forme que présentement; mais la rection générale des télégraphes donnera connaissance des quidations et soldes qui en résultent au ministre des finan

pour que celui-ci fasse les virements ou payements opportuns.

ART. 17. Avant que l'on ait obtenu l'uniformité des tarifs entre les divers Etats, unis pour la correspondance télégraphique, celle qui s'expédie en Espagne pour les nations qui conservent leurs tarifs par zones, se couvrira selon le montant convenu, mais en timbres de franchise et par réaux complémentaires, appréciant pour un réal en plus chaque fraction de réal qui résulte de la taxe de chaque dépêche.

ART. 18. Le ministre de l'intérieur se mettra d'accord avec celui des finances, pour déterminer la fabrication et la mise en circulation des timbres spéciaux des télégraphes, et adoptera les autres mesures qui seront nécessaires pour mettre à effet le dispositif des articles précédents.

ART. 19. La direction générale des télégraphes proposera d'urgence les moyens opportuns pour que dès le 1er juillet on mette les dispositions précédentes à exécution.

ART. 20. Restent abrogées toutes les dispositions contraires au présent décret.

Donné à Aranjuez le 22 mai 1864. — Parafé de la main royale.

Le ministre de l'intérieur,
Antonio CANOVAS DEL CASTILLO [1].

[1] Traduit par M. Lavialle de Lameillère.

REVUE

DE TÉLÉGRAPHIE SOUS-MARIN

I

Ligne de l'Inde.

Les derniers rapports que nous avons publiés sur l'expéd
télégraphique du golfe Persique s'arrêtaient à l'atterrisseme
câble sur l'isthme qui sépare le golfe d'Oman du golfe Persiq
et nous disions qu'en attendant que la *Tweed* et l'*Assaye* fu
arrivés avec les dernières sections du câble, le colonel Ste
le colonel Goldsmid et sir Charles Bright se proposaient de p
ser une courte reconnaissance jusqu'à Bushire, Bassorah et
dans le but d'examiner à l'avance les dispositions prises
l'atterrissement des câbles et l'installation des stations. Néanm
le colonel Stewart crut préférable d'accompagner à Masca
colonel Disbrowe, agent politique du gouvernement anglais
ce pays. En conséquence le *Coromandel* se rendit à Mascate
toute la mission, sauf le colonel Goldsmid qui restait à Mus
dom. L'entrevue que MM. Disbrowe et Stewart eurent av
sultan se conclut par des arrangements avantageux pour la s
rité de la ligne télégraphique.

La station de Mussendom a été établie sur une petite île d
la baie d'Elphinstone qui est sur la côte occidentale du Ras-M
sendom. Cette île rocheuse, formée de terrain calcaire, est j
assez large pour l'usage auquel on la destine. En ce mom
tous les agents sont abrités sous des tentes ; mais M. Stewa
arrêté les plans d'une construction plus solide pour laquell

[1] Voyez *Annales télégraphiques*, numéro de mars-avril 1864.

rochers voisins fourniront en abondance les matériaux néces-saires. Les Arabes des villages environnants qui se montraient hostiles, avant le voyage du colonel Stewart à Mascate, sont main-tenant bien disposés, de sorte qu'on peut espérer qu'ils ne feront aucun mal au câble qui passe à sec sur le petit isthme, entre les îles de Malcolm et d'Elphinstone. La visite que l'iman a promis de faire prochainement encouragera ses sujets dans ces bonnes dispositions à l'égard de nos compatriotes. On ne peut douter qu'un peuple si dépourvu de richesses ne compromettra pas légè-rement les bénéfices que lui procure, sous forme de présents et salaires, l'établissement du poste télégraphique. En outre des installations faites à terre, on a mouillé dans la baie deux pon-tons confortablement garnis pour l'habitation des employés. Ce sont d'anciens bâtiments de la marine indienne. La vue que l'on a de l'île Elphinstone n'est pas belle, mais étendue et imposante. Tout autour de ce poste s'étend une eau claire, calme et bleue, qui reflète, avec autant d'exactitude qu'un stéréoscope, les masses rocheuses dont la baie est entourée.

Il n'y a, pour la nourriture, d'autres ressources locales que diverses espèces de poissons. Les huîtres sont abondantes sur les rochers et pourraient varier agréablement les repas; mais peu de personnes peuvent en manger, parce qu'elles sont d'une diges-tion difficile. On peut se procurer aussi quelques poules et des œufs; cependant ce que les villages voisins pouvaient en fournir fut bientôt épuisé. On a pris des mesures pour que des vivres frais soient régulièrement fournis à la petite colonie par l'île de Kishm. On avait eu d'abord le projet de fixer la station à la ville de Kussab, près de l'entrée de la baie, projet qui a été abandonné en raison du mauvais air qu'on y respire et de l'absence de tout abri pour les pontons. Ce point eût aussi été trop éloigné de l'en-droit où le câble traverse l'isthme et où il est le plus exposé à des accidents.

La station télégraphique d'Elphinstone n'est pas, on le voit, une résidence que l'on choisirait volontiers. Cependant, quand on aura construit des bâtiments en pierre, quand il y aura des

machines pour distiller l'eau et pour faire de la glace et q
approvisionnements de vivres frais ne manqueront pas, cet e
vaudra bien Aden. Or, on sait sans doute qu'Aden est, s
rapport sanitaire, classé au second rang parmi les garniso
Bombay. Il n'y aura pas à Elphinstone comme à Aden un
rier hebdomadaire pour l'Angleterre; mais on y sera en co
nication directe avec toute l'Europe et on y saura les no
avant qui que ce soit. Le colonel Stewart a d'ailleurs pourv
moyens de rendre l'exil des employés aussi doux que po
Chaque station possède une bonne bibliothèque, une coll
d'outils de charpentier, des fusils pour ceux qui aiment la c
des bateaux, etc. En attendant qu'un bâtiment de la
royale soit dirigé sur ce point, la sécurité du poste est assur
la canonnière *Clyde*, commandant Hewitt, de la marine de
Chacun des pontons a aussi un canon de 24 desservi par
tilleur européen.

Toutes ces dispositions furent prises pendant que l'on att
la *Tweed* et l'*Assaye*, bâtiments porteurs du câble pour le
nières sections d'Elphinstone à Bushire et de Bushire à F
12 mars la *Zenobia* parut, ayant la *Tweed* à la remorque, e
jours après la *Semiramis* arrivait avec l'*Assaye*. En même
la *Victoria* amenait le ponton *Hyderabad* destiné à être a
devant Fao. Il y avait encore sur rade le *Dalhousie*, qu
amené les deux pontons d'Elphinstone, le *Coromandel* et
nonnière dont il a été question plus haut, en sorte que l
d'Elphinstone renfermait au même moment six bateaux à v
et quatre bâtiments à voiles, sans compter les pontons.

Il n'y avait pas de temps à perdre. Aussi la *Zenobia* p
sans avoir jeté l'ancre, pour faire son charbon à Bassadore.
même temps on fit l'atterrissement du câble que portait la *T*
La *Zenobia* revint le 18, reprit le même soir ce dernier na
la remorque et sortit de la baie en faisant route vers Bushir
câble se déroulait à l'arrière avec une extrême régularit
temps était aussi beau qu'on pouvait le désirer, et, en moi
quatre-vingts heures, 360 milles furent immergés sans a

accident. On remarquait même que l'isolement s'améliorait à mesure que le câble allait au fond. Le chargement de la *Tweed* fut épuisé, ainsi qu'on s'y attendait, à 50 milles à l'est de Bushire, au large d'un point de la côte Persique qu'on appelle *les Oreilles d'âne*. On fit alors un joint avec le câble embarqué sur l'*Assaye*. Puis la *Zenobia* donna la remorque à ce navire et s'avança en face de Bushire où l'atterrissement fut fait par le bâtiment télégraphique *Amberwitch*. Le lendemain, 25 mars, on fit l'atterrissement de Bushire vers Fao, station à l'embouchure de l'Euphrate, où le câble doit se relier à la ligne terrestre. Lorsque cette section, de 140 milles de long, fut immergée, il ne manquait plus qu'une partie de la ligne entre Bassorah et Bagdad pour compléter la communication entre l'Inde et l'Europe. Ce dernier chaînon de la ligne serait déjà terminé, n'étaient les obstacles qu'y opposent les tribus arabes du pays traversé.

Le dimanche soir, 27 mars, la flottille jetait l'ancre à Khor Abdallah, sur un bas-fond près duquel est située la station terminale de la ligne sous-marine. La partie la plus délicate de l'entreprise était terminée; mais il restait encore une opération qui était peut-être la plus difficile. Il fallait porter l'extrémité du câble à terre en traversant une plage de vase de plusieurs milles de large. La première difficulté était d'emmener le câble sur une largeur de six à huit milles de bas-fonds entre le point où l'*Assaye* était à l'ancre et le sommet du banc de vase. Ce travail ne pouvait être exécuté que par un bateau plat. Aussi mit-on en réquisition la *Comète*, bâtiment de la marine de Bombay, commandant Bewsher, qui fait le service entre Bassorah et Bagdad. Les deux canons qu'elle portait et tout son charbon furent débarqués pour faire place au câble. Ce ne fut que le 8 avril que la communication fut complétement établie avec le rivage.

Pendant ce temps un accident survint au câble immergé; mais quoiqu'il en résultât beaucoup d'ennuis, on ne peut que constater la prodigieuse facilité avec laquelle un défaut peut être reconnu et réparé. Depuis le 27 mars jusqu'au lendemain à onze heures, l'état des communications par le fil immergé fut excellent. On

put transmettre par le câble un grand nombre de dépêches r
tives à l'expédition. Puis le câble devint subitement muet, et
électriciens constatèrent qu'il y avait interruption. Ce ne pou
être qu'entre Fao et Bushire, car chaque section est complète
elle-même. Par des expériences précises, on reconnut que l
conducteur devait seul être affecté, les enveloppes isolante et
tectrice étant restées intactes, et que le lieu du défaut devait
éloigné de 93,33 milles.

L'*Amberwitch*, qui est spécialement armé pour les travaux
réparation, partit avec MM. Webb et Woods, électriciens, p
se rendre au lieu indiqué comme fautif. Il y trouva la *Zen*
qui revenait avec les électriciens de Bushire, les essais faits d
côté ayant donné les mêmes résultats que ceux de Khor Abdall
Grâce aux cartes qui donnaient avec beaucoup d'exactitude la
tuation du câble, l'*Amberwitch* put le relever, après avoir dra
pendant six à sept heures. Le conducteur ayant été coupé, l'
des extrémités fut attachée à une bouée et l'autre fut enroulée
le bâtiment qui s'avançait, en soulevant le câble, vers le p
défectueux. Lorsqu'on fut très-rapproché de ce point, tandis
la partie altérée était soulevée, le courant électrique repa
comme s'il n'y avait eu aucune altération. Ce phénomène était
sans doute à la tension éprouvée par le câble, tension qui rapp
chait les deux fils rompus. Le câble fut coupé au point de ruptu
on fit un joint avec un nouveau bout de câble, et l'*Amberwi*
revint en arrière, en déroulant ce bout, jusqu'à la bouée qui av
été mouillée précédemment. L'opération entière, comprenant
draguage, le déroulement de deux milles de nouveau conducteur
la confection des deux joints, ne prit que quarante heures. Ava
que le bâtiment fût de retour, les signaux passaient sur tou
la longueur du câble, de Khor Abdallah à Guader, à trave
900 milles de conducteur sous-marin.

Il a été question plus haut des difficultés qu'il y avait à pose
le câble entre Khor Abdallah, où la flottille s'était arrêtée, et l
ponton *Hyderabad* qui avait été mouillé devant Fao. Sur un
longueur d'un mille, la vase était si molle, qu'on ne pouvait

marcher et qu'il fallut faire porter le câble par des hommes qui se traînaient sur le sol. Quand on atteignit la partie solide du banc qui sépare Khor Abdallah de Fao, on fut obligé de couper le câble par morceaux d'un mille et demi de longueur et de le transporter à dos d'homme. Quelques centaines d'Arabes furent employés à ce travail. Dans les parties découvertes, le conducteur a été enfoui à trente pouces de profondeur.

Tous les membres de l'expédition ont concouru à l'œuvre avec un zèle très-recommandable. L'heureuse issue des travaux doit être attribuée surtout au colonel Stewart, directeur général, et à sir Charles Bright, dont le caractère conciliant a prévenu toutes les difficultés qu'eussent amenées les rapports entre hommes appartenant à des professions différentes.

Nous avons maintenant suivi la mission du colonel Stewart dans toutes ses opérations pour établir une communication télégraphique entre l'Inde et l'Europe jusqu'au point où la transmission cesse de s'effectuer sous le contrôle des employés anglais. Une dépêche émanant d'une ville quelconque de l'Inde passe la frontière à Kurrachee et suit une ligne terrestre jusqu'à Guader (longueur 350 milles) sur la côte de Mekran. A Guader, elle prend la voie sous-marine jusqu'à Fao, à l'embouchure de l'Euphrate, en passant par l'île d'Elphinstone et par Bushire, où elle est répétée. A Fao, on remet la dépêche aux Turcs, qui la transmettent par leur ligne terrestre jusqu'à Bassorah, et de là dans la direction de Bagdad, aussi loin que le fil est posé. Il s'en faut en ce moment de 170 milles que la ligne ne soit complète, et la lacune est au milieu de la distance qui sépare les deux villes. La dépêche est provisoirement transportée par le bateau à vapeur du fleuve ou par un cavalier indigène, qui voyage dans un état complet de nudité, afin de n'offrir aucune tentation à la cupidité des tribus insoumises au milieu desquelles il circule. Elle reprend ensuite la voie télégraphique, passe à Bagdad, à Mossoul sur les ruines de l'ancienne Ninive, à Diarbekir, Sivas, Angora et à Scutari, d'où on la remet à Constantinople. Il n'est pas besoin de suivre ses traces plus loin. Quoique la ligne soit encore incomplète entre Bagdad et Bassorah,

un télégramme qui part d'Angleterre et qui arrive à Bagdad moment où le bateau se met en marche, peut être rendu dans l' en quatre jours et demi. Celui qui, venant en sens contraire, remonter le cours du fleuve, met deux jours de plus.

Nous avons la satisfaction de pouvoir annoncer que le col Stewart espère une prompte solution des difficultés qui empêc l'achèvement de la ligne de Mésopotamie. Le seul obstacle e haine invétérée des Arabes contre les Turcs. Les sentiments nomades envers les Anglais sont tout autres, et ce serait bi terminé si le gouvernement turc voulait nous permettre de struire la ligne; mais il est très-jaloux de ses prérogatives et in pour exécuter le travail lui-même, quoique les Arabes saisi toute occasion qui se présente pour troubler et retarder l'entrep La suzeraineté des Turcs sur ces peuples est, on peut le cr purement nominale, et ne s'exerce guère que par la nomina du *cheik*. Les dernières nouvelles que nous ayons reçues d pays nous apprennent que le colonel Stewart allait se rend Bagdad pour conférer sur ce sujet avec le colonel Kemball, dent anglais.

Il reste encore à poser un câble le long de la côte de Mek entre Guader et Kurrachee, pour suppléer à la ligne terrestre existe déjà. Cette ligne a bien fonctionné depuis un an; ma importe de prévoir toutes les causes d'interruption, lorsqu'il s' d'une communication aussi importante que celle de l'Europe l'Inde. (Extrait du *Times of India*.)

Nous pouvons ajouter aux renseignements qui pré dent quelques détails extraits d'un rapport de M. Latir Clark :

Le câble s'est toujours comporté très-bien. Il n'y a pas eu coque ni un seul fil brisé, ce qui est dû surtout à l'enveloppe térieure, et les essais ont été tout le temps d'une uniformité marquable. La ligne entière travaille parfaitement, de Kurrac à Fao; il en est de même de la ligne terrestre entre Guader Kurrachee; mais entre Kurrachee et Bombay les transmissi

sont d'une irrégularité déplorable. Nous avons quelquefois une dépêche de Bombay en une demi-heure, et souvent il faut un jour ou deux. La ligne de Perse sera bientôt terminée, et comme les Russes sont déjà en communication avec la Perse par une ligne de Tebriz à Téhéran, cette voie qui se relie au câble à Bushire, sera sans doute la première ouverte. Les difficultés qui se sont présentées entre Bagdad et Fao ne seront probablement que temporaires et elles amèneront peut-être le gouvernement turc à accepter le concours des employés européens. C'est bien à désirer, car il y a encore une grave difficulté entre Fao et Constantinople; il faut que les dépêches soient traduites d'anglais en turc, et retraduites à Constantinople. Cependant on a conclu une convention récente en vertu de laquelle les employés placés sur cette ligne doivent connaître la langue anglaise.

Les résistances des diverses sections sont les suivantes, par mille de longueur. De Guader à Mussendom : gutta-percha, 358 millions d'unités; cuivre, 6,7. Lorsque ce câble fut posé, le 13 février, les résistances étaient respectivement de 339 millions et 6,72. De Mussendom à Bushire, le 25 mars : gutta-percha, 361 millions; cuivre, 6,4. De Bushire à Fao, le 27 mars : gutta-percha, 630 millions ; cuivre, 6,68.

Il y a trois motifs pour que cette dernière section soit meilleure que les autres. D'abord, elle a été formée avec les premières bobines fournies par la Compagnie de gutta-percha, et ces bobines donnèrent aux essais de meilleurs résultats que les dernières. En second lieu, l'ancienneté de la fabrication améliore les matières isolantes. Enfin, l'eau est à une température plus basse. Dans la baie de Malcolm, près de Mussendom, la température était de 22° à 29 brasses, et seulement de 17° par 24 brasses à 70 milles de Fao. Par les sondages qui ont été faits en différentes parties du golfe, il a été reconnu que la température décroît lentement de Mussendom à Bushire, et rapidement de Bushire à Fao.

Le lendemain du jour où nous mouillâmes à Fao, nous fûmes tout à coup surpris par une interruption dans la continuité de la dernière section. L'isolement restait parfait. Les essais mon-

trèrent que le défaut était à 93,33 milles de Fao. Cette distance fut déterminée par des expériences de charge et de décharge avec le condensateur. Après avoir réparé le câble et vérifié l'endroit au moyen des marques qui indiquent les milles, il fut constaté que la distance réelle était de 93,4 milles.

Nous avons eu heureusement un très-beau temps pour toutes ces opérations, et par conséquent les essais se faisaient très-bien. Lorsque le bâtiment roule, il est impossible de faire l'essai de résistance du cuivre, à cause du courant terrestre qui parcourt le câble. A Guader, ce courant était assez intense pour dévier le galvanomètre à miroir de Thomson de 140 divisions de chaque côté, quand le roulis était de 10° à chaque bord, la sensibilité de cet instrument étant telle que le courant d'un seul élément donnait une déviation de 1,45 division dans un circuit de 10,000 unités.

En dehors même des intérêts commerciaux auxquels la ligne de l'Inde va donner satisfaction, on se réjouira de l'heureuse issue de cette grande entreprise. On doit convenir qu'elle a été conduite avec une habileté et une énergie qui ont souvent fait défaut aux travaux du même genre. En tant que résultat pratique, ce succès prouve surtout qu'il importe d'éviter les grands fonds. Immerger les conducteurs sous-marins par une profondeur telle qu'on puisse les relever à volonté, telle est, dans l'état actuel de la science, la condition qu'il est indispensable de remplir, et l'on se convaincra aisément, en examinant les cartes hydrographiques de l'ancien monde, que cette condition peut être réalisée toujours, sauf pour la traversée d'Europe en Amérique.

Après avoir relié l'Inde à l'Europe, le gouvernement anglais sera sans doute disposé à persister dans cette voie. Déjà des propositions lui sont faites pour l'établissement d'une ligne de Rangoon à Singapore, de Singapore en

Australie par Batavia et Cepang, et de Singapore à Hong-Kong, par Saïgon ou par Labuan et Manille[1]. Aucun de ces projets ne présente plus de difficultés que ceux qui ont déjà été exécutés. Les lignes de Malte à Alexandrie et de Fao à Kurrachee montrent comment il faut s'y prendre pour que les entreprises de télégraphie sous-marine réussissent.

II

Ligne de Malte à Alexandrie.

On peut juger du progrès et de la valeur commerciale de cette importante ligne par un rapport fait au Parlement sur la demande de M. Crawford, membre de la Chambre des communes pour la Cité de Londres. MM. Glass, Elliot et Ce, entrepreneurs de l'exploitation, sont entrés en charge au mois de novembre 1861, et à la fin de cette année, ils avaient transmis 27 dépêches du gouvernement, et 1,615 télégrammes privés, produisant une recette de 3,142 livres sterling (78,550 francs). En 1862, 306 télégrammes du gouvernement, et environ 19,000 télégrammes privés, qui produisirent une recette de 38,380 livres sterling (959,500). L'année 1863 a donné un total de 28,067 télégrammes et un produit de 52,142 livres sterling (1,303,550 francs).

Ces chiffres montrent d'abord de quelle importance sont les communications télégraphiques avec l'Egypte, et combien les gouvernements doivent s'efforcer de s'en assurer le transit, et ensuite combien les lignes télégraphiques de grande longueur sont productives. On se sou-

[1] On verra un exposé complet de ces projets dans les documents qui viennent d'être publiés sous ce titre : *Papers relating to the establishment of telegraphic communication between India, Singapore and Australia, printed by order. February,* 1864.

vient, en effet, que la ligne de Malte à Alexandrie a coûté environ 11 millions de francs au gouvernement anglais, et quoiqu'elle ait été interrompue pendant plus de quatre mois depuis qu'elle est en fonction, elle a produit plus de 8 pour 100 dans la première année, et plus de 10 pour 100 dans la seconde année d'exploitation.

III

Phares et télégraphes flottants.

Une Compagnie vient de se constituer en Angleterre au capital de 250,000 livres sterling (6,250,000 francs) dans le but de mouiller des navires à l'ancre sur les routes de la mer les plus fréquentées. Ces navires, reliés au continent par des câbles électriques, serviront de stations télégraphiques, et seront, en cas de besoin, des refuges pour les naufragés. On y installera des phares très-puissants, des signaux de nuit et de jour, des sifflets à vapeur, des canons d'alarme, des bateaux de sauvetage, etc. Il y aura encore un magasin de vivres et d'eau douce pour le ravitaillement des bâtiments en détresse. Les approvisionnements plus encombrants, le charbon par exemple, seront laissés à la côte, mais prêts à être embarqués au premier avis. La Compagnie possédera en outre des remorqueurs destinés à secourir les bâtiments avariés que la station établie au large aura signalés.

Les navires qui ont fait des avaries en mer ne seront pas les seuls à profiter de ces stations maritimes. Pour ceux qui arrivent après une longue traversée, il y a un intérêt capital à rencontrer un phare flottant qui leur révèle l'approche de la côte et dont la présence leur permet de poursuivre leur route avec confiance et sécurité.

Les deux premiers points où la Compagnie projette de

mouiller ses navires sont au large du cap Race, dans les parages de Terre-Neuve, et aux îles Sorlingues, à l'entrée de la Manche et du canal d'Irlande. Aux Sorlingues, il passe environ 100,000 navires par an, et 35,000 au cap Race. La première station verra arriver tous les bâtiments venant de l'Inde, de la Chine, des deux Amériques, du cap de Bonne-Espérance qui, chargés pour l'Angleterre ou pour le continent, demanderont des ordres et des instructions de façon à savoir au juste vers quel port il convient qu'ils se dirigent. On connaîtra leur arrivée de un à sept jours plus tôt que par les moyens actuels. De même, les bâtiments en route pour New-York qui accosteront à la station du cap Race, feront gagner, les steamers quatre et les voiliers quinze jours aux nouvelles dont ils seront porteurs.

Cette nouvelle Compagnie a pour président le contre-amiral Elliot, et pour ingénieurs électriciens MM. Forde et Fleeming Jenkin.

IV

Ligne transatlantique.

Rapport fait au nom de la commission du Corps législatif chargée d'examiner le projet de loi pour l'établissement d'une ligne télégraphique sous-marine qui reliera la France et les États-Unis d'Amérique, par M. Fouquet, député au Corps législatif. — Messieurs, les questions de télégraphie sous-marine et l'idée de relier les continents d'Europe et d'Amérique préoccupent les esprits depuis longtemps. Déjà, en 1860, un projet de loi approuvant les conventions financières arrêtées entre l'État et une compagnie vous a été présenté, et vous l'avez adopté avec faveur sur les conclusions d'un remarquable rapport de notre honorable collègue, M. le baron de Beauverger.

Par un concours de circonstances qu'il ne nous appartient pas

de juger, la compagnie n'a pu remplir ses engagements avec l'État, et les concessionnaires ont encouru la déchéance.

Cependant plusieurs membres de cette ancienne compagnie, confiants dans les progrès de la science et dans le succès d'entreprises analogues, confiants surtout dans le succès du câble de Malte à Alexandrie, ont proposé à M. le ministre de l'intérieur de reprendre leurs anciens engagements et de traiter pour les mettre à exécution sur des bases en partie nouvelles.

Le gouvernement, animé du désir persévérant de seconder un projet si utile, n'a pas hésité à accueillir ces propositions. Ainsi une convention a été arrêtée entre M. le ministre de l'intérieur et les sieurs Rowett, Simon et Trotter, pour l'établissement d'une ligne télégraphique qui reliera la France et les États-Unis d'Amérique, soit directement, soit en passant par les Açores et touchant à l'une des îles Saint-Pierre et Miquelon.

D'après le projet qui vous est soumis, votre commission avait moins à s'occuper du tracé et des questions techniques qui sont enveloppées d'obscurités que la science n'est pas encore parvenue à dissiper, que des stipulations financières qui étaient spécialement soumises à nos appréciations; nous avons cru devoir demander quelques explications aux membres de la compagnie sur les moyens d'exécution, sur les frais d'établissement, les chances de réussite et les bénéfices d'une semblable entreprise.

La compagnie nous a paru pleine de confiance dans ses procédés et son expérience. Elle se propose d'employer un câble nouveau, léger, souple et résistant tout à la fois, d'une immersion plus facile; enfin elle a foi dans le succès et elle n'hésite pas d'ailleurs à engager un capital important dans cette entreprise.

Vous le savez, messieurs, les risques ne sont pas dans l'insuffisance des recettes en cas de fonctionnement régulier; ils sont dans les chances de premier établissement, dans l'insuccès possible de l'immersion ou dans la rupture du câble après un certain temps. C'est à ce point de vue que se sont placés les concessionnaires; ils ont demandé au gouvernement de partager les risques dans une certaine mesure.

L'État, tout en acceptant ces bases, a dû chercher de son côté toutes les garanties d'exécution qu'il était en droit d'attendre; ce sont ces garanties qui se trouvent stipulées dans les articles 3, 4, 6, 11, 12, 13 et 17 de la convention qui vous est soumise, et le contrat ne devient définitif qu'après leur réalisation. Suivant les calculs de la compagnie, un capital de 18 millions est nécessaire : ce capital sera divisé en 36,000 actions de 500 francs. L'État prend l'engagement de garantir, à 12,000 de ces actions, dites actions privilégiées, un intérêt de 4 pour 100 et un amortissement de trente années, au moyen d'une annuité de 346,800 francs qu'il s'engage à payer à la compagnie sous certaines réserves et conditions que nous allons vous faire connaître. Mais, au préalable, un fait a frappé votre commission : c'est que, dans le projet, l'État se trouvant engagé, aucune limite de temps n'était fixée à la compagnie pour la formation de son capital. Votre commission a pensé que l'Etat ne pouvait rester sans inconvénient dans cette position, et elle a proposé d'ajouter à la suite de l'article unique du projet :

« Dans le cas où cette condition ne serait pas remplie avant le 1er avril 1865, la convention serait nulle de plein droit. » Cet amendement a été adopté après délibération par le Conseil d'État.

Résumant la réserve de l'État, nous voyons que, pour se tenir engagé, il exige (article 11) :

1° Que l'entière réalisation du capital social lui soit justifiée et que le versement à la Caisse des dépôts et consignations d'une somme de 6 millions, à laquelle est évalué le produit des 12,000 actions privilégiées soit effectué;

2° Qu'aucune part de ces 6 millions ne soit mise à la disposition de la compagnie avant qu'elle n'ait épuisé ses ressources en totalité, c'est-à-dire avant que les 12 millions produits par les 24,000 actions non privilégiées aient été employés, et ces 6 millions ne seront remis à la compagnie que pour être employés au fur et à mesure des besoins;

3° Qu'il ne sera tenu de fournir l'annuité que si les produits de la ligne, déduction faite des frais d'exploitation et d'entretien, sont insuffisants.

D'un autre côté, l'engagement consenti par l'État n'aur effet, c'est-à-dire la totalité des annuités ne sera due (art. 12 le jour où le câble sera rattaché, sans solution de continuit côte de France, d'une part, et à celle des Etats-Unis d'Amér d'autre part, et qu'il sera constaté que la ligne fonctionne, ou dès que la somme de 12 millions formant la première part capital social aura été versée.

La compagnie prend (art. 12) l'engagement de prélever, défalcation des frais d'exploitation et d'entretien, une somn 346,800 francs pour le service des intérêts et le rembourse du capital des actions privilégiées, en sorte que le Trésor rien à payer, même au début de l'entreprise.

Par le même article, la compagnie, après avoir prélevé le i tant de l'amortissement des actions privilégiées et distribu dividende déterminé, 10 pour 100, aux 24,000 actions non p légiées, sera tenue de former un fonds de réserve jusqu'à cor rence de 12 millions, afin d'être en mesure de parer aux éver lités de l'avenir.

De tout ce qui précède, il est facile de voir que ce n'est que le cas d'un échec absolu et définitif, qu'après l'emploi total 18 millions du capital primitif et de tout le fonds de réserve, l'Etat se trouve dans le cas de fournir les annuités pour le p ment desquelles il s'est engagé; car si l'entreprise réussit, s établit une communication télégraphique entre l'ancien et le veau monde, nul doute que les produits ne soient suffisants dégager l'Etat, si l'on songe que le mouvement commercial e l'Europe et l'Amérique a pu atteindre le chiffre de 19 mill par jour.

Votre commission, messieurs, s'est livrée à un examen séri et approfondi de cette importante question. Elle a dû se mettr garde contre les illusions auxquelles les meilleurs esprits se l sent entraîner, éblouis qu'ils sont par la grandeur du but qu désirent atteindre. Se tenant dans la réalité des faits, elle n'a méconnaître que l'Etat, en cas d'insuccès, se trouve engag rembourser par des annuités le tiers du capital de la compagn

mais votre commission a pensé que le projet qui vous est proposé répondait aux besoins véritables, aux conditions essentielles d'une entreprise qui contient une si grande part d'inconnu.

Peu d'entreprises, en effet, peuvent mériter à un plus haut degré l'appui et le concours d'un grand pays, et votre commission croit que, ne voulant pas que la France se laisse devancer dans la voie du véritable progrès et de la civilisation, le Corps législatif, en approuvant le projet de loi, donnera satisfaction à un intérêt public de premier ordre.

Par ces considérations, messieurs, votre commission a l'honneur de vous proposer l'adoption du projet de loi modifié par l'amendement adopté en Conseil d'Etat.

Projet de loi.

Nouvelle rédaction adoptée par la commission et le Conseil d'État.

Article unique. Sont approuvés les articles 11, 12, 13 et 17 de la convention ci-annexée, arrêtée entre le ministre de l'intérieur et les sieurs Rowett, Simon et Trotter, lesdits articles relatifs aux engagements mis à la charge du Trésor par cette convention.

Toutefois, la convention n'aura son plein et entier effet qu'après qu'il aura été vérifié par le ministre de l'intérieur que le capital social est réalisé conformément aux dispositions de l'article 11. Dans le cas où cette condition n'aurait pas été remplie avant le 1er avril 1865, la convention serait nulle de plein droit.

Projet de convention entre le ministre de l'intérieur et les sieurs Rowett, Simon et Trotter.

Entre :

Le ministre de l'intérieur, agissant au nom de l'Etat,

D'une part,

Et MM. Rowett, Simon et Trotter, agissant tant en leurs noms propres qu'au nom et pour le compte d'une compagnie qu'ils se proposent de former sous la dénomination de *Compagnie télégra-*

phique de l'Océan, faisant élection de domicile à Paris, rue de Castellane, n° 13,

D'autre part ;

Il a été convenu et arrêté ce qui suit :

Art. 1er. MM. Rowett, Simon et Trotter s'engagent, au nom de la compagnie qu'ils représentent, à établir, aux risques et périls de ladite compagnie, et à exploiter une ligne électrique sous-marine à un conducteur, qui reliera les côtes de la France à celles des Etats-Unis d'Amérique, soit directement, soit en touchant à l'une des îles Saint-Pierre et Miquelon (Terre-Neuve) et aux îles Açores. La partie comprise entre ces îles et les côtes de France pourra être divisée en plusieurs sections qui seront déterminées d'accord entre la compagnie concessionnaire et la direction des lignes télégraphiques.

En France, la ligne de la compagnie devra aboutir dans un local occupé par une direction télégraphique de l'Etat, sur un point de la côte accepté par le gouvernement français.

Art. 2. Le gouvernement s'interdit, pour un laps de temps de cinquante années, de concéder toute ligne télégraphique qui, soit directement, soit en passant par Terre-Neuve et les Açores, mettrait en correspondance la France et les Etats-Unis.

Art. 3. MM. Rowett, Simon et Trotter pourront faire fabriquer leur câble par des agents et des moyens à leur choix, mais le modèle devra en être approuvé par l'administration des lignes télégraphiques.

Le conducteur du câble devra transmettre au moins cinq lettres par minute entre les deux points extrêmes.

Art. 4. Pendant la durée des travaux de fabrication, ainsi que pendant l'opération de la pose du câble, ils seront soumis au contrôle et à la surveillance de l'administration française.

Ils seront tenus d'admettre dans leurs ateliers tout fonctionnaire désigné par l'administration française des lignes télégraphiques, et sur le bâtiment chargé de l'immersion du câble deux personnes nommées par elle pour suivre les opérations de la pose, sans que ces personnes puissent intervenir dans les travaux dirigés par la

compagnie, et sans qu'en aucun cas il en résulte une responsabilité quelconque pour le gouvernement.

ART. 5. Le délai accordé pour l'établissement de la ligne est de trois ans.

Ce délai commencera à courir de la date du décret qui aura approuvé la présente convention.

Toutefois, dans le cas où la ligne, au moment de son achèvement, ne pourrait être mise utilement en exploitation sans des travaux complémentaires de réparation ou de réfection dans quelqu'une de ses sections, les concessionnaires auraient un nouveau délai d'une année.

ART. 6. Si, dans le délai d'un an, à partir de l'approbation de la convention, les travaux n'étaient pas commencés, les concessionnaires seraient déchus de tous leurs droits.

Les travaux seront considérés comme commencés lorsque le câble nécessaire à l'établissement des sections de la ligne entre la France et les Açores, ou du quart de la ligne directe, sera fabriqué dans les ateliers de la compagnie.

ART. 7. L'entreprise étant d'utilité publique, les concessionnaires seront investis de tous les droits que les lois et règlements confèrent à l'administration elle-même pour les travaux faits par l'Etat.

Les portions des câbles sous-marins et les lignes souterraines ou sur poteaux qui les rattacheront aux bureaux télégraphiques seront placées, sur le territoire des pays soumis à la France, sous la protection des lois françaises, comme si elles étaient la propriété de l'Etat.

La législation concernant la police des lignes télégraphiques leur sera applicable.

Les frais du personnel, pour la garde et l'entretien des portions de câble et des lignes mentionnées au second paragraphe du présent article, seront entièrement à la charge des concessionnaires.

L'administration se réserve le droit de poser, s'il y a lieu, à ses frais et sans indemnité aucune, un ou plusieurs fils sur les poteaux des lignes de jonction appartenant à la compagnie.

ART. 8. Les concessionnaires prennent l'engagement de faire

passer à travers la France et par les lignes télégraphiques çaises toutes les dépêches qui, transmises par la ligne conc seraient à destination des divers États de l'Europe.

Le câble ne pourra avoir aucune bifurcation qui aurait effet d'empêcher le transit par la France.

Il sera dérogé aux dispositions du premier paragraphe en f des dépêches destinées à l'Espagne et au Portugal, si des sta sont établies sur le territoire de ces Etats.

ART. 9. MM. Rowett, Simon et Trotter auront, pendant la de la concession, le droit de percevoir les taxes des dépêches sant par la ligne concédée.

La perception des taxes et la transmission des dépêches de se faire sans distinction ni faveur et sans acception de pers ni de nationalité.

Toutefois, les dépêches échangées entre le gouvernement f çais et ses agents jouiront de la priorité sur la correspond privée.

Le tarif, pour la transmission des dépêches entre la Fran les autres points desservis par la ligne, sera soumis à l'approba du ministre de l'intérieur.

ART. 10. L'exploitation de la ligne et le service des dépê se feront d'après les règles adoptées en France par l'adminis tion des lignes télégraphiques. Toutefois le choix des appa appartiendra exclusivement à la compagnie.

En France, les appareils seront exclusivement manœuvrés des employés de l'Etat, nommés par l'administration. Il pourra être de même à Saint-Pierre, si le gouvernement le juge con nable.

Le traitement de ces agents sera à la charge de la compagn ce traitement sera, selon leur grade et leur classe, le même q celui des agents du gouvernement français, augmenté, pour ce qui pourront être envoyés à Saint-Pierre, d'une indemnité col niale fixée d'un commun accord entre la compagnie et l'admini tration française.

Le service de nuit, qui pourra être fait pour le compte de

compagnie donnera droit, à chacun des employés qui y participeront, à une indemnité, qui sera celle qui est accordée par l'administration à ses agents pour le même service; cette indemnité sera supportée également par la compagnie.

Art. 11. Pour assurer l'établissement de la ligne et pourvoir aux dépenses extraordinaires qui pourraient se présenter, les concessionnaires s'obligent à fonder une compagnie au capital de 18 millions de francs, composé de 36,000 actions de 500 francs, dont 12,000 privilégiées, ainsi qu'il est dit ci-après.

Le ministre de l'intérieur s'engage de son côté, au nom de l'Etat, à payer à la compagnie une annuité de 346,800 francs servant au payement des intérêts à 4 pour 100 et à l'amortissement en trente années des actions privilégiées.

Le produit de ces actions sera, à mesure de leur réalisation, versé à la Caisse des dépôts et consignations, pour être mis à la disposition de la compagnie au fur et à mesure de ses besoins, après qu'elle aura justifié de l'emploi des 12 millions formant la première partie de son capital.

L'annuité ne sera fournie par l'Etat que si les produits de la ligne, déduction faite des frais d'exploitation et d'entretien, sont insuffisants pour le service des intérêts et de l'amortissement auxquels elle doit pourvoir, et dans la proportion de cette insuffisance. En outre, le prix des dépêches transmises par le gouvernement se compensera jusqu'à due concurrence avec la somme à payer.

Art. 12. La totalité des annuités sera acquise à la compagnie dès que les travaux de la ligne auront été complétement exécutés, que le câble télégraphique aura été rattaché, sans solution de continuité, à la côte de France, d'une part, et à celle des Etats-Unis d'Amérique, d'autre part, et qu'il sera constaté que la ligne fonctionne convenablement; ou bien dès que la somme de 12 millions formant la première partie du capital social aura été épuisée. Mais le payement ne deviendra exigible qu'à partir du 1er janvier de la seconde année qui suivra l'achèvement des travaux, de telle sorte qu'il y ait au moins une année d'intervalle entre l'échéance du premier terme de la subvention et l'achèvement des travaux.

Le payement de l'annuité aura lieu comme il suit : po portion afférente aux intérêts des actions privilégiées, pa mestre, les 1er janvier et 1er juillet de chaque année.

Et pour la portion affectée à l'amortissement annuel et par tième desdites actions privilégiées, en un seul terme, le 1er jan

Les payements de l'annuité seront ordonnancés à terme par l'administration des lignes télégraphiques, sous la dédu des sommes dues à l'Etat pour les dépenses de traitement et demnités, mises à la charge de la compagnie en vertu de ticle 10.

Art. 13. Pour l'exécution des conditions financières qui cèdent et pour assurer, au moyen d'un fonds de réserve, la servation de la ligne, la compagnie prélèvera sur les recettes, a défalcation des frais d'exploitation et d'entretien :

En premier lieu, une somme de 346,000 francs pour faire au service des intérêts et de l'amortissement des actions pri giées ;

En second lieu, la somme de 1,200,000 francs pour le p ment de 10 pour 100 à titre d'intérêt et de premier dividende porteurs des actions non privilégiées représentant un capita 12 millions de francs.

Les deux tiers de la somme restante seront affectés à la for tion d'un fonds de réserve, sans que ce prélèvement annuel pui dépasser la somme de 1 million de francs. Quand le fonds de serve aura atteint 6 millions, le maximum du versement ann sera réduit à 500,000 francs; le versement annuel sera suppri quand le fonds de réserve aura atteint 12 millions et se maintie dra à ce chiffre.

Art. 14. MM. Rowett, Simon et Trotter s'engagent en outr si le câble à un conducteur ne paraissait pas au gouverneme suffisant pour l'écoulement régulier des dépêches, à établir un ou plusieurs autres lignes télégraphiques sous-marines des cô de France aux Etats-Unis d'Amérique, soit directes, soit touchan aux Açores et à Saint-Pierre (Terre-Neuve), à moins que d'u commun accord il ne soit fait choix d'une autre direction.

Ces lignes additionnelles devront être livrées au public, en état de bon fonctionnement, dans le délai de deux ans à partir du jour de la mise en demeure qui serait faite par l'administration française à la compagnie, pour la fabrication et la pose de chacune d'elles.

Si la compagnie refusait de construire les lignes additionnelles ci-dessus mentionnées, le gouvernement français aurait le droit d'autoriser l'établissement d'une ou plusieurs lignes allant de France aux Etats-Unis d'Amérique, directement ou par Terre-Neuve et les Açores.

Les conditions financières stipulées par la présente convention pour le premier câble à établir seront applicables à ces lignes additionnelles, sous la réserve toutefois de la sanction législative.

Dans tous les cas, la durée totale de la concession ne pourra pas dépasser cinquante ans à partir du décret qui aura approuvé la présente convention, étant entendu néanmoins que le gouvernement français ne pourra exiger l'établissement de lignes nouvelles que dix ans au moins avant le terme de la concession.

Art. 15. A l'expiration de la concession, la compagnie pourra continuer l'exploitation de ses lignes aux conditions qui lui sont imposées par la présente convention.

Art. 16. Le privilége de la ligne soit directe, soit passant par les Açores et Terre-Neuve, serait nul de plein droit, dans le cas où il surviendrait dans les communications télégraphiques entre la France et l'Amérique une interruption de correspondance qui durerait plus d'une année.

En cas de destruction pour fait de guerre, le contrat sera résolu sans indemnité de part ni d'autre; mais la compagnie pourra faire revivre le traité en déclarant, aussitôt après la cessation des hostilités, son intention de rétablir la communication électrique, et en rétablissant cette communication dans un délai de deux ans.

Art. 17. Si la compagnie, par suite de dissolution ou pour toute autre cause, cesse d'exécuter la présente convention, la somme nécessaire pour assurer le service des intérêts à échoir et le complet amortissement des actions privilégiées sera, avant tout partage

entre les actionnaires, prélevée sur la portion du capital non employée et sur le fonds de réserve, et mise à la disposition du Trésor.

ART. 18. Les contestations qui s'élèveraient entre les concessionnaires et l'administration, au sujet de l'interprétation ou de l'exécution des clauses de la présente convention, seront jugées par le Conseil de préfecture du département de la Seine, sauf recours au Conseil d'Etat.

ART. 19. La présente convention devra être approuvée par un décret de S. M. l'Empereur, et devra être sanctionnée par une loi en ce qui est relatif aux conditions financières mentionnées aux articles 11, 12, 13 et 17 ci-dessus.

Le Corps législatif a approuvé ce projet de loi, dans la séance du 24 mai 1864.

BULLETIN ET CHRONIQUE.

Séance du Sénat du 26 mai 1864. — *Rapport de M. le vice-amiral* CHARNER *sur une pétition relative à la télégraphie privée.* — (N° 775.) — Le sieur Viala, à Paris, demande que, pour la dépêche télégraphique simple, le nombre de mots fixé aujourd'hui à 20, soit élevé à 25, et le prix abaissé de 2 francs à 1 franc.

A l'origine de la télégraphie privée, la longueur de la dépêche simple avait été fixée à 25 et même à 30 mots; puis, d'après un commun accord entre tous les offices de l'Europe, elle a été réduite à 20 mots. D'un autre côté, l'énorme proportion des dépêches dont le nombre de mots ne dépasse pas 20, indique que les considérations invoquées par le pétitionnaire ne sont pas fondées, et que 20 mots suffisent généralement aux exigences d'une communication télégraphique, de sorte qu'une modification ne saurait être apportée légèrement à ce chiffre, qui a été adopté après une longue expérience.

Quant à l'abaissement, il y a lieu de remarquer que la réduction à la somme de 2 francs, dans l'intérieur de l'Empire, n'est appliquée que depuis le 1er janvier 1862. En outre, il résulte des renseignements fournis à votre commission, que le gouvernement parait prêt à saisir le moment favorable pour abaisser la taxe actuelle; mais qu'il n'y a pas lieu de faire immédiatement une réduction.

Votre septième commission, messieurs les Sénateurs, d'après les considérations qui viennent d'être présentées, a l'honneur de vous proposer de passer à l'ordre du jour sur la pétition du sieur Viala.

(L'ordre du jour a été prononcé.) (*Moniteur*.)

Perse. — Trébizonde, 19 mai. Les communications télégraphiques sont aujourd'hui définitivement établies entre Constantinople et Trébizonde. Le fil électrique qui reliait cette dernière ville à Erzinghian rejoint maintenant à Sivas la ligne qui rattache Bagdad à la capitale de l'empire turc. Des dépêches ont déjà pu être échangées entre les deux points extrêmes du nouveau réseau.

Le gouvernement persan a aussi prolongé son réseau télégraphique jusqu'à la frontière de l'Araxe. Comme, de son côté, la Russie a créé une ligne entre l'Araxe et Tiflis, les communications entre la Perse et l'Europe sont aujourd'hui directement établies. (*Moniteur.*)

Angleterre. — La Compagnie des districts de Londres, afin de rendre l'usage du télégraphe plus général, annonce qu'elle donne des abonnements à prix réduit. Le tarif est de 25 francs pour cent dépêches de 15 mots, l'adresse et la signature non comprises; les mots supplémentaires sont taxés à proportion, et le port à domicile se paye à part. Les dépêches doivent être adressées au souscripteur ou porter sa signature. Chaque souscripteur commence par payer la somme de 25 francs, et on lui ouvre un compte courant au moyen duquel il peut expédier des dépêches dans tous les bureaux de la Compagnie. (*Telegraphic journal.*)

Décoration. — Par décret du 23 juin, M. Hughes, professeur de physique à l'Université de New-York, inventeur de l'appareil télégraphique imprimant, a été nommé chevalier de l'ordre impérial de la Légion d'honneur.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Traité théorique et pratique de télégraphie électrique, à l'usage des employés télégraphistes, des ingénieurs, des constructeurs et des inventeurs, par le comte Th. du Moncel. 1 vol. in-8° de 642 pages, avec 156 figures dans le texte et 3 planches. Paris, 1864.

Ecrire un traité théorique et pratique sur une science en voie de progrès, telle que la télégraphie électrique, c'est entreprendre une tâche qu'il faut souvent recommencer. Par la force des choses, l'auteur se retrouve, au bout de quelques années, de même que Sisyphe avec son fardeau, au pied de la montagne qu'il a voulu gravir. De jour en jour, les questions scientifiques s'éclaircissent, les appareils se modifient, les procédés d'exploitation se perfectionnent, et les ouvrages les plus complets au jour où ils ont été édités ne donnent plus bientôt après ce que l'étudiant y voudrait trouver. Aussi, malgré les traités qui ont déjà paru, la nouvelle publication de M. du Moncel répond-elle à un besoin bien constaté. Les hommes studieux, qui veulent se tenir au courant des découvertes nouvelles, y trouveront les appareils ingénieux dont il a souvent été question en ces derniers temps et dont il fallait aller chercher la description dans des recueils spéciaux.

Mais le livre que nous avons entre les mains marque que la science télégraphique est déjà si étendue, qu'il devient nécessaire de la spécialiser. Les matières qui ressortissent à la télégraphie peuvent se classer sous trois points bien différents l'un de l'autre : les notions scientifiques, les appareils de précision, les détails d'exploitation industrielle. Il est difficile sans doute de traiter avec une égale compétence des sujets d'études si variés. On ne saurait discuter sainement les lois du plus subtil des fluides impondérables, si l'on ne joint à l'habileté du physicien la connaissance de l'analyse mathématique la plus ardue. Pour se pro-

noncer sur la valeur d'un appareil nouveau, il faut conna l'historique des essais antérieurs et avoir expérimenté soi-m l'influence des divers organes mécaniques. Enfin l'organisa du service ne peut être exposée en tous ses détails que par c qui prennent une part quotidienne au travail des bureaux. M. Moncel, qui pousse, on le sait, jusqu'au scrupule l'usage de c les noms des auteurs à côté des opinions qu'il expose, a dema aux plus compétents des pierres toutes taillées pour l'édifice q voulait élever. Mais en outre de l'heureux choix et de la bo disposition des matières à traiter, il a le mérite d'appeler l'at tion sur certaines questions trop souvent négligées.

Au nombre de ces études secondaires dont on ne se préocc peut-être pas assez, nous citerons les organes électriques et particulier les électro-aimants. Comment les conditions de form les rapports de distance influent-ils sur la force électro-magnéti développée? Quelle doit être la longueur du fil enroulé su bobine? De quelles forces antagonistes peut-on faire usage p contre-balancer les effets du courant électrique? Il y a une fo de problèmes de ce genre à résoudre dans la construction des pareils de transmission.

M. du Moncel décrit, dans son traité, les principaux appar de transmission, c'est-à-dire tous ceux qui ont été adoptés par offices télégraphiques ou qui contiennent des idées nouvelles. travail ingrat, mais utile, est illustré par de nombreuses figur On remarquera en particulier les dessins du télégraphe imp meur de Hughes, qui rendent avec une vérité saisissante l'asp et les organes délicats de cet appareil si compliqué. « Voul vous faire connaître une machine? ne vous amusez pas à la d crire, a dit d'Alembert, on ne vous entendrait qu'imparfaitemen Montrez la machine elle-même. »

H. Blerzy.

BULLETIN NÉCROLOGIQUE.

JULES LESEURRE.

Leseurre est mort à Pau le 23 février dernier, après une longue et douloureuse maladie. — Né le 23 novembre 1828, à Boessé, dans le Loiret, Jules-Émile Leseurre fut admis en 1848 à l'École polytechnique. Dès ce moment, une affection grave à la jambe le retint quelque temps éloigné de ses études ; il fut retardé d'une année, et nommé élève-inspecteur dans l'administration télégraphique, le 1er novembre 1851.

On trouvait dans Leseurre une personnalité fortement accusée ; son intelligence remarquable se décélait par une physionomie originale, dont tous ceux qui l'ont connu ont gardé le souvenir ; mais la pensée de son mal, considéré déjà par la science comme redoutable, venait parfois l'assombrir ; son humeur devenait alors chagrine et portée à l'isolement. Dans cette disposition d'esprit, il demanda à remplir ses fonctions en Algérie, où il fut envoyé dès le mois de janvier 1852. Les souffrances, qui eussent amené chez la plupart un affaissement moral, laissaient à Leseurre toute sa liberté et son activité d'esprit. C'est là un trait saillant de son caractère. Il allait chercher en Algérie un aliment pour son imagination inquiète, et peut-être aussi l'espoir d'échapper, sous l'influence du climat, aux menaces des médecins.

Notre colonie, à l'exemple de la métropole, travaillait activement à l'extension de son réseau télégraphique. Les postes aériens s'édifiaient dans des régions où naguère encore il eût été peu prudent de s'établir, tandis que la télégraphie électrique faisait son apparition sur le littoral. Leseurre apporta au développement du réseau le concours de son zèle et de son dévouement. Il contribua en particulier aux premières constructions de lignes électriques dans la province de Constantine ; nous avons été témoin, à cette

époque, de l'extrême énergie qu'il développait, au milieu de rudes travaux, pour dominer les souffrances dues à l'énergi traitement qu'il s'appliquait à lui-même. Cependant, son es actif et hardi s'occupait de la réalisation d'une idée féconde pleine de nouveauté ; frappé des difficultés qui s'opposaient à l' tension des communications télégraphiques dans le Sahara al rien, Leseurre rechercha un mode de correspondance qui fût proprié aux conditions atmosphériques et politiques du sud nos possessions. Il inventa l'héliographe, ingénieux appa qu'il a décrit dans les anciennes *Annales télégraphiques* (octo et novembre 1855). L'accueil fait à cet appareil permettait croire à une application prochaine. Mais, à tout procédé nouve il faut, pour aboutir, les soins et la persévérance de l'auteur, Leseurre manqua bientôt à son invention. C'est au mois de cembre 1856 qu'inspecteur à Alger, il eut à faire relever, en cette ville et Dellys, les conducteurs électriques renversés par violente tempête. Les opérations d'une colonne mobile enga dans la Kabylie donnaient une extrême importance au rétablis ment des communications. A cheval et à la pluie tout le jour, fonctionnaire dévoué ne s'arrêta que lorsque sa mission fut co plétement remplie, et pour entrer à l'hôpital du Dey. Il venait contracter le mal dont les suites l'ont conduit au tombeau.

Leseurre fut, depuis lors, presque toujours éloigné du servic Il essaya plusieurs fois de reprendre ses fonctions, mais ses forc trahissaient sa volonté, et le mal augmentait sans cesse. — Not malheureux camarade a lutté sept années contre la maladie av une rare fermeté d'âme. Dans les alternatives de son état, tant mieux, il reprenait, sans perdre de temps, des recherches com mencées ; d'autres fois, à toute extrémité, il regardait venir le der nier moment avec courage et résignation. C'est à Pau, sous le ci du midi auquel il était allé, à diverses reprises, demander le réta blissement d'une santé définitivement perdue, qu'il est mort, l'âge de trente-six ans, emportant dans la tombe les regrets d tous ceux qui l'ont connu.

P. MAGNE.

RÉPONSE

AUX

OBSERVATIONS DE M. GOUNELLE

Le numéro de juillet-août 1863 des *Annales télégraphiques* contient sur mes expériences une discussion très-étendue à laquelle je me proposais de faire une prompte réponse, si je n'avais dû modifier ce projet à l'occasion de la mort prématurée de M. Gounelle, l'auteur de ces observations critiques. Tout le monde comprendra les raisons de convenance qui m'ont engagé à retarder cette réfutation, dont l'insertion dans ces *Annales* ne se serait pas fait attendre sans ce regrettable événement.

En discutant le résumé de mes travaux qui se trouve inséré dans le numéro de mars-avril 1863, l'auteur du Mémoire que je me propose de réfuter étend, par le fait, la critique à toutes mes expériences sur la propagation du courant. La forme concise dans laquelle je me suis efforcé de renfermer ma pensée a donné prise à l'argumentation sur certains points. Je dois donc invoquer, à l'appui de mes explications, celle de mes publications antérieures où j'ai développé plus complétement mes idées, sans m'astreindre, comme dans le Mémoire que je vais justifier, à énoncer brièvement les notions théoriques, pour insister sur les applications à la télégraphie.

Les deux publications que je citerai le plus sou[illegible] sont : 1° ma Thèse pour le doctorat ès sciences[1] ; [illegible] résumé en question[2], que je désignerai, pour abrége[illegible] disant mon Mémoire.

Je passerai successivement en revue toutes les ob[illegible]tions, et j'espère que de cette discussion sortiront, [illegible] une clarté nouvelle, des vérités que j'avais lieu de c[illegible] bien établies, et que les physiciens les plus compét[illegible] n'avaient pas hésité à admettre. Cette réponse eût [illegible] plus courte et plus facile, si la mort de mon contra[illegible]teur ne m'eût privé de l'avantage de faire appel à [illegible] intelligence ; je l'aurais certainement amené, par [illegible] raisons scientifiques les plus probantes, à reconnaîtr[illegible] lui-même et les faits que j'ai observés et les con[illegible]sions que j'ai cru pouvoir en tirer. Aujourd'hui, [illegible] aux lecteurs des *Annales* que je m'adresse : je dois [illegible]tablir à leurs yeux les faits tels que je les ai consta[illegible] et en rectifier les conséquences théoriques et prati[illegible] dont mon contradicteur a donné une fausse inter[illegible]tation.

Dans la première observation, mes expériences [illegible] signalées comme pouvant avoir des conséquences [illegible]cheuses, surtout en télégraphie sous-marine, en oc[illegible]sionnant de fortes dépenses en pure perte. Je ne fe[illegible] cette observation qu'une réponse très-courte, que je tr[illegible] insérée dans le tome III des *Annales télégraphiq[illegible]* L'auteur dit, p. 653, à propos de mes expérien[illegible] « Ayant répété ces expériences, nous avons vu se co[illegible]mer les faits annoncés par M. Guillemin. » Depuis [illegible]poque où ces lignes ont été imprimées, je n'ai rien p[illegible] sur la même question ; si donc j'avais énoncé des p[illegible]

[1] *Annales de chimie et de physique*, t. LX, p. 385, 1860.
[2] *Annales télégraphiques*, t. VI, p. 113, 1863.

cipes erronés et dangereux, mon contradicteur en supporterait la responsabilité presque autant que moi-même.

En thèse générale, l'auteur du Mémoire cherche à établir : 1° qu'il n'y a rien de nouveau dans mes expériences ; 2° que la méthode expérimentale dont j'ai fait usage ne comporte aucune exactitude et ne peut donner que des indications vagues ; 3° que je n'ai pas même su appliquer cette méthode, en confondant constamment deux notions très-distinctes ; 4° que de ces expériences entachées d'erreurs aussi graves j'ai dû tirer des conclusions pratiques également fausses, sauf une seule, qui mérite quelque considération.

S'il en était ainsi, il me resterait en effet bien peu de chose à revendiquer pour ma part dans l'étude de ces questions intéressantes. Mais, comme je crois mes expériences beaucoup plus exactes et plus nouvelles que ne le pense l'auteur des observations, je vais prendre un à un tous ses arguments, sans en omettre aucun, en essayant de montrer tout ce qu'ils contiennent de contraire aux saines notions de la physique expérimentale, et les nombreuses contradictions qui leur enlèvent toute valeur.

Examinons d'abord ce qu'il y a de nouveau dans mes recherches, et quels sont les faits d'expérience qui les ont précédées dans les Mémoires de MM. Faraday, Jenkins et Whitehouse, pour lesquels on réclame la priorité.

Mes travaux ayant confirmé d'une manière générale la théorie d'Ohm, j'ai cité dans mon Mémoire les expériences qui me paraissaient les plus probantes en faveur de cette théorie ; celles de M. Faraday sur les fils souterrains étendus de Londres à Manchester, et celles de M. Gaugain sur les mauvais conducteurs, en indiquant en outre d'autres expériences moins étendues, que je n'ai pas cru devoir relater, à cause du peu d'analogie qu'elles

présentaient avec celles qui faisaient le sujet de mon Mémoire.

On m'oppose (p. 321) les expériences qui ont été faites avec l'appareil électro-chimique de Bain, sept ans avant les miennes, en 1852. Dans ce mode d'expérimentation, l'intensité que le courant présente à chaque instant, à l'extrémité du fil éloignée de la pile, est manifestée par l'épaisseur du trait se terminant en pointe à ses deux bouts, *ce qui indique sans doute possible*, ajoute l'auteur, *l'accroissement graduel du courant au moment de son établissement, et sa prolongation avec diminution graduelle après la rupture.*

Contrairement à cette assertion, je puis répondre que non-seulement le doute est possible, mais qu'il est même commandé, par la simple raison que l'appareil électro-chimique donne un trait décroissant à ses deux extrémités, lorsque le circuit n'est composé que de quelques mètres de fil de cuivre, pourvu que la vitesse de déroulement soit assez grande. Or, pour étudier un phénomène aussi rapide que celui de la propagation du courant dans un fil aérien, il faut nécessairement donner à l'appareil une grande vitesse de déroulement, sans quoi le trait est sensiblement uniforme, même avec un long fil télégraphique, ainsi que le prouvent les expériences de M. Faraday[1].

Le fait de la production du trait terminé en pointes sans la présence d'un long circuit s'explique, il me semble, assez facilement. La partie décroissante du trait est produite par le style, imprégné de bleu de Prusse, qui s'essuie sur le papier lorsque le courant ne passe plus. La partie croissante est due à ce que le bleu de Prusse s'ac-

[1] *Annales télégraphiques*, année 1858, p. 258.

cumule dans les premiers instants jusqu'à ce que le style en abandonne autant sur le papier qu'il s'en produit, et c'est alors que le trait devient uniforme.

Il est d'ailleurs bien évident que pour les longs circuits l'effet dû au phénomène de la propagation dans le fil télégraphique s'ajoute à ceux que je viens de signaler; mais comment, dans ce cas, distinguer ces deux effets l'un de l'autre? On serait donc exposé, avec cet appareil, à confondre avec un phénomène de propagation de l'électricité une accumulation mécanique de bleu de Prusse à l'extrémité d'un fil de fer.

D'ailleurs, en supposant que ce mode d'expérimentation ne soit pas entaché d'une cause d'erreur aussi grave, il ne donnerait pas le moyen d'apprécier l'intensité que le courant présente aux différents instants de son développement, car, d'après ce que je viens de dire, il serait bien difficile d'établir la relation qui existe entre l'épaisseur du trait et cette même intensité.

Le procédé électro-chimique a pu rendre des services pour les lignes sous-marines, là où les phénomènes sont très-lents à s'accomplir; mais il paraît tout à fait insuffisant pour l'étude de la propagation du courant dans les lignes aériennes, bien qu'il puisse donner quelques indications utiles.

Je ferai voir tout à l'heure que le périodomètre, malgré tous les reproches qui lui sont adressés, n'indique aucune période quand il n'en existe pas, et qu'il donne, avec une approximation suffisante, l'intensité du courant à des intervalles de temps successifs et très-petits.

M. Jenkins a démontré la marche croissante du courant qui a traversé un long fil isolé et immergé au moyen de la déviation d'une aiguille du poids de 97 milligrammes. La masse de cette aiguille était assez petite et les

effets de l'inertie assez faibles pour qu'elle pût montrer l'accroissement graduel du courant dans de semblables conditions [1]. Il est bien évident que ce procédé très-simple ne peut pas être appliqué aux recherches sur les fils aériens, où la période croissante dure 1 ou 2 centièmes de seconde. Comme la méthode dont j'ai fait usage est, avant tout, destinée à ce genre d'études, et qu'elle a pour but d'éliminer les effets de l'inertie des aiguilles, quel que soit leur poids, il n'y a pas de priorité à réclamer en faveur de M. Jenkins.

C'est encore avec moins de raison qu'on m'objecte les travaux de M. Whitehouse, dont les expériences tendent à démontrer que le courant met à se développer dans les câbles sous-marins de longueur différente des temps qui se rapprochent en général beaucoup plus d'être proportionnels aux simples longueurs qu'aux carrés de ces mêmes longueurs [2]. Ces résultats sont contraires à la théorie d'Ohm, tandis que la plupart de ceux que j'ai annoncés confirment cette même théorie. Il ne peut donc pas être question de priorité quand il n'y a pas identité, ou au moins analogie dans les résultats.

Cet historique commence (p. 313) *par une petite rectification* ; j'avais dit : « Au moment où j'ai entrepris ces expériences (en 1859), deux opinions étaient en présence; les uns pensaient que l'électricité se propage à la manière des ondes lumineuses, les autres revenaient à l'idée émise en 1827 par G.-S. Ohm. » On ajoute même : « S'il existait un doute, c'était seulement dans l'esprit de M. Guillemin et de quelques physiciens n'ayant pas eu l'occasion d'étudier la transmission sur les lignes télégraphiques. »

Je dois à mon tour rectifier cette appréciation. L'auteur

[1] Journal *l'Institut*, n° 1346 du 19 octobre 1859.

[2] Journal *l'Institut*, n° 119 du 26 novembre 1856.

des observations a oublié qu'à la même époque, en 1859, il parlait à peu près de la même manière, ainsi que le lecteur pourra en juger par quelques lignes : « Suivant les uns... la propagation serait analogue à l'écoulement d'un gaz dans un tuyau réunissant deux réservoirs pleins de gaz à des pressions différentes. C'est à coup sûr cette hypothèse qui rend le mieux compte de tous les phénomènes et de toutes les lois des courants électriques. *Quelques esprits plus hardis veulent voir dans la propagation du courant un système de vibrations analogue à celui qui produit la lumière*[1]. »

Ainsi, d'après mon contradicteur lui-même, deux opinions étaient en présence à l'époque où j'ai commencé mes recherches, et son cours publié en 1857, qu'il invoque à l'appui de ses assertions, nous en fournit une autre preuve. Dans ses leçons, en effet, il expose la théorie d'Ohm et semble l'admettre, mais il ne relate d'autres expériences que celles qui ont été entreprises d'après l'idée de l'analogie du mode de propagation de l'électricité et de la lumière, contrairement à la théorie d'Ohm. Il fait cependant mention du procédé électro-chimique de Bain, mais il ne cite même pas les expériences beaucoup plus concluantes de M. Faraday; ce qui montre bien qu'il ne leur accordait pas à cette époque une aussi grande confiance que maintenant, et qu'il doutait lui-même en laissant paraître la nécessité d'expériences décisives.

En lisant la page 314 des observations sur mes expériences, il semble que tout ce que j'ai dit se trouve dans la théorie d'Ohm, en faveur de laquelle on paraît réclamer la priorité, comme si j'avais eu la prétention de l'inventer.

[1] *Annales télégraphiques*, t. II, p. 218, 1859.

Bien qu'il ne soit pas nécessaire de répondre à une semblable objection, je rappellerai cependant quelques lignes de ma thèse, afin de bien établir la part que je réclame dans l'étude de la propagation de l'électricité.

Après avoir parlé des développements que les travaux de MM. Kirchoff, Thomson, Gaugain, etc., ont apportés à la théorie d'Ohm, je dis (p. 385 de ma thèse) : « Mon but est d'abord d'examiner si ces mêmes principes généraux, contenus implicitement dans la formule d'Ohm et relatifs à *l'état variable du courant*, se vérifient sur les bons conducteurs tels que les lignes télégraphiques, et puis de rechercher si plusieurs phénomènes que j'ai eu l'occasion d'observer, et qui, je crois, n'ont pas encore été signalés, peuvent se déduire des notions théoriques que la science possède actuellement. » Ainsi donc je me suis proposé de rechercher si la loi d'Ohm, déjà admise pour les câbles et les conducteurs médiocres, se vérifiait sur les conducteurs métalliques isolés dans l'air. Pour atteindre ce but, je crois être parvenu à indiquer une nouvelle méthode expérimentale qui permet d'étudier en détail et directement les variations très-rapides que présente le courant quand il se propage dans un fil aérien, chose qu'il n'était pas possible jusque-là de faire avec aucun des procédés connus.

Avant mes recherches on ne trouvait pas, dans nos recueils, une seule donnée numérique relative à l'état variable du courant dans les fils aériens. Il n'était d'ailleurs pas évident que les notions qu'on possédait sur les câbles sous-marins fussent applicables aux fils dans lesquels il ne se produit pas d'induction latérale. Pour ces derniers, on avait très-peu de données expérimentales, et lorsque j'ai commencé mes recherches, le terrain était à peu près inexploré.

Je viens d'établir que mes expériences sont d'une nature très-différente de celles de mes prédécesseurs, je vais maintenant démontrer que le procédé nouveau dont j'ai fait usage n'a pas les défauts qu'on lui attribue, et qu'il est susceptible d'une précision très-satisfaisante.

Examinons d'abord la méthode expérimentale en elle-même, et voyons ce qu'elle peut donner indépendamment de l'usage que j'en ai fait; puis, après cela, nous aborderons la discussion des résultats obtenus.

Le premier défaut du périodomètre consisterait dans la *perturbation* que le courant éprouve au moment où la dérivation s'établit par le galvanomètre. La distribution électrique est changée, me dit-on, dans tout le fil, mais surtout aux environs du point où la dérivation a lieu. Il a paru cependant évident « que le trouble apporté dans ces phénomènes est d'autant moindre que le fil qui a servi à prolonger la ligne est moindre et moins résistant. » (p. 318.) D'ailleurs, on a supposé nécessaire l'introduction de grandes résistances, afin d'avoir des courants suffisamment intenses dans le galvanomètre; résistances dont je n'aurais tenu aucun compte.

Le lecteur qui voudra bien prendre connaissance du paragraphe de la page 413 de ma thèse, intitulée *Deuxième variété de l'expérience*, pourra s'assurer que j'ai employé, pour intervalle de dérivation, un fil de cuivre long de 300 mètres, de 1/3 de millimètre de diamètre. Cette résistance, au plus égale à 6 kilomètres de fil de fer de 4 millimètres, n'est environ que la centième partie de celle de la ligne, dont la longueur est de près de 600 kilomètres. Le fil du galvanomètre avait une résistance de 14 kilomètres : prenons le nombre 12 pour avoir des calculs plus simples, sans nous placer dans des conditions plus favorables; supposons que les résistances de la ligne

et de la pile réunies soient égales à 600 kilomètres, cherchons dans quelle proportion le courant perman serait augmenté par une dérivation constante.

Avant la dérivation la résistance étant de 606 kilon tres, le courant peut être représenté par 1/606. Quanc circuit de dérivation est fermé, et que les fils de 6 et 12 kilomètres se touchent par les deux bouts, l'effet p duit est le même que si la conductibilité du premier ét augmentée dans le rapport de 2 à 3, ou autrement sa sistance réduite dans le rapport de 3 à 2; d'où il suit c la résistance de la ligne, y compris la pile et les deux réunis, est de 604 kilomètres et l'intensité du cour 1/604 après que la dérivation est établie. Si donc on pre la différence de ce courant et du premier, on a $\frac{1}{604}$ — $= \frac{2}{606 \times 604}$, ou approximativement 1/300 du courant p mitif. Cette dernière fraction représente l'augmentati que subit le courant permanent dans toute la ligne, p l'effet de la diminution de la résistance du fil, quand établit une dérivation constante.

En revenant aux conditions de mes expériences, il e possible, comme le dit l'auteur, que la distribution éle trique soit changée, surtout aux environs du point où dérivation a lieu. Mais il faut considérer qu'un fil d'u faible diamètre et d'une petite longueur acquiert trè rapidement sa tension au contact du fil de ligne dou d'une masse plus grande et d'une surface beaucoup plu étendue. Les tensions ne subissent donc pas une modifi cation aussi grande qu'on pourrait le croire au premie abord dans le voisinage de l'intervalle de dérivation. En admettant qu'en ce point la perturbation soit triple de ce qu'elle est sur toute la ligne, elle représenterait 1/100 de

l'intensité du courant à mesurer. La déviation du galvanomètre, qui est en moyenne de 20 degrés, serait affectée de moins de 1/4 de degré, quantité la plus faible qu'on apprécie dans ces expériences. Cette perturbation, sans doute exagérée, ne produirait donc pas de différence appréciable dans la déviation.

L'expérience a fait voir qu'on pourrait porter cette résistance au double et même plus, sans remarquer de changement sensible dans les nombres, pourvu qu'on prît un galvanomètre plus résistant que l'intervalle de dérivation. Ce fait démontre bien que l'influence des causes perturbatrices du courant a été fort exagérée. On trouve un fait d'une autre espèce qui vient confirmer cette conclusion dans la troisième variété de l'expérience décrite p. 114 de ma thèse. L'appareil est disposé de telle manière que le fil du galvanomètre se substitue à un fil d'égale résistance qui établit la communication de la ligne à la terre, et qu'il reçoit non plus simplement une dérivation, mais le flux électrique tout entier. Dans ce cas, les tensions du fil télégraphique ne subissent, pour ainsi dire, aucune altération pendant tout le temps que le courant se propage. Elles n'en subiraient rigoureusement aucune, si l'on pouvait être assuré que les contacts se succèdent les uns aux autres sans interruption ni empiétements appréciables ; mais en disposant l'appareil avec beaucoup de soin, cette condition est à très-peu près remplie.

Cette variété du procédé a donné sensiblement le même résultat que les autres, ce qui démontre que les effets des perturbations sont négligeables dans les limites où je me suis toujours renfermé. Si j'ai préféré à ce procédé celui dans lequel on opère par dérivation, c'est que l'appareil est plus simple et plus facile à régler. Enfin, nous trou-

verons plus loin encore une autre preuve de ce que j'ave dans l'emploi de diverses lames de dérivation. Il rés de ces explications que le périodomètre n'est pas ents du premier défaut qui lui est reproché.

Il est dit (p. 317), à propos de ces mêmes pertu tions « en se servant de l'appareil de M. Guillemin e enlevant la partie interruptrice, de manière que le fil sans cesse en communication avec la pile, il suffira de f tourner le cylindre pour faire perdre au courant sa p manence. » Cette assertion est fausse. Pour toutes les périences, je commence par enlever la partie interr trice à l'aide d'un organe disposé à cet effet, de manièr établir une communication permanente du fil et de pile. La déviation que l'on a est celle qui caractérise l'é permanent; alors je ne poursuis l'expérience que lorsc l'aiguille reste immobile, ce qui arrive quand le temps favorable, et qu'aucune action atmosphérique ne déte mine des courants accidentels un peu intenses.

Si, dans les essais dont parle l'auteur, la déviati n'était pas stable, cela tenait ou à des circonstances a mosphériques défavorables, ou à un mauvais état du p riodomètre dont on n'avait pas empêché les vibratio des ressorts au moyen des étouffoirs, ou bien aussi un manque d'habitude dans la manipulation de cet ap pareil.

Cette assertion est appuyée d'un raisonnement défec tueux : l'auteur explique le défaut de permanence par la perturbation qu'apporte le galvanomètre dérivateur, san s'apercevoir qu'à chaque révolution du cylindre tous le phénomènes de propagation se répétant exactement de la même manière, une perturbation petite ou grande ne peut empêcher la stabilité de l'aiguille, du moment où elle est identiquement la même à chaque émission de cou-

rant, et c'est ce qui a lieu, attendu que le fil est déchargé complétement après tous les contacts de la pile.

Le second défaut du mode d'expérimentation tiendrait au galvanomètre lui-même dans lequel « une différence constante de 1/4 de degré (quantité négligée) ne correspond pas à une différence constante entre les courants : ainsi, entre deux courants qui marquent 10° et 10° 1/4, la différence sera moindre qu'entre deux autres qui marqueront 30° et 30° 1/4; il n'y a guère qu'entre les vingt premiers degrés que cette différence de 1/4 de degré pourrait être *approximativement* considérée comme répondant à une même différence entre les courants. » (p. 318 et 319.)

Cet argument est donc basé sur ce fait que, dans le galvanomètre, les déviations sont approximativement proportionnelles aux intensités des courants seulement dans les vingt premiers degrés; d'où il résulte que toutes les déviations supérieures à cette limite ne peuvent servir à rien : de là l'impossibilité d'appliquer mon procédé.

Pour réduire cette objection à sa juste valeur, il me suffira de rappeler qu'on possède des méthodes pour graduer les galvanomètres; Melloni en indique deux, pages 56 et 59 de son traité *la Thermochrose* [1]; M. Poggendorff en indique une troisième, et il en existe d'autres encore. Ces méthodes ont été vulgarisées depuis longtemps dans les traités de physique. Lorsqu'on a gradué un galvanomètre, on peut se servir aussi bien des déviations supérieures que des déviations inférieures à 20 degrés. Prenons pour exemple la table de graduation de la page 61 de la *Thermochrose*. On voit que si un courant produit une déviation de 10 degrés, et que si l'on convient de représenter son intensité par 10, un courant qui produira une dévia-

[1] *Thermochrose* ou *la coloration calorifique,* par M. Melloni, Naples, 1850; un volume écrit en français.

tion de 30 degrés aura une intensité représentée par 3
La même table fait voir que si un accroissement de 11 degrés correspond à un accroissement d'une unité le courant, un accroissement de 29 à 30 degrés corres à un accroissement égal à 2 dans l'intensité du cou

L'auteur du mémoire paraît croire que je m'attach clusivement à déterminer ce qu'il appelle la *variat différentielle*[1]. Je montrerai plus loin que je ne sui aussi exclusif qu'il le pense. Dès à présent, je vais voir que le périodomètre peut donner, à volonté, l'un l'autre de ces *variabilités*, malgré le défaut de proport nalité entre les intensités des courants et les déviation galvanomètre. Ainsi veut-on avoir la variabilité d rentielle? On négligera, par exemple, 1/2 degré, une déviation voisine de 10 degrés, et 1/4 de degré une déviation voisine de 30 degrés, puisque, dan dernier cas, un même accroissement dans la dévia indique un accroissement double dans l'intensité.

Veut-on avoir la *variabilité proportionnelle?* Pour déviation finale de 10 degrés, on négligera 1/2 degré, représente la vingtième partie de l'intensité du cour et pour une déviation finale de 30 degrés, on néglig 1 degré, qui est une fraction de l'intensité représentée 2/37,3, ou plus exactement 0,93 de degré. En effet, puis vers 30 degrés, 1 degré correspond à un accroissement

[1] « Il y a deux manières de vérifier les lois d'Ohm par l'ex rience. L'une consiste à chercher le temps nécessaire pour que courant atteigne une fraction déterminée du courant définitif, c' celle qui donne les vérifications les plus simples; l'autre consist chercher le temps nécessaire pour que la différence entre l'état v riable et l'état définitif ait une valeur très-petite et déterminée. No appellerons la première *variabilité proportionnelle*, et la seconde v *riabilité différentielle*. » P. 335 du Mémoire de l'auteur, t. VI des A *nales télégraphiques*.

2 unités dans l'intensité, une différence de 0,93 de degré correspondra à un accroissement sensiblement double dans l'intensité ; mais l'intensité finale est 37,3 et $\frac{0,93\times2}{37,3}=\frac{1}{20}$; il s'ensuit que 0°,93 représente la même fraction de l'intensité finale pour 30 degrés que 1/2 degré pour une déviation finale de 10 degrés. En définitive, on aura la variabilité proportionnelle, en mesurant le temps qui doit s'écouler après la fermeture du circuit, pour que le galvanomètre dévie de 9°,5 dans le premier cas, et de 29°,1 dans le second cas c'est-à-dire pour que le courant acquiert dans chaque cas les 19/20 de son intensité finale.

On m'objectera que cette méthode sera d'une application difficile, à cause des calculs qu'il faudra faire incessamment. Je répondrai à cela que les calculs sont simples et demandent peu de temps. Il sera d'ailleurs préférable de construire d'avance une table indiquant immédiatement, par des nombres inscrits à côté de chaque déviation, les fractions de degré qu'il faudra négliger pour chaque intensité finale correspondante à l'état stable ou permanent. On voit donc que le défaut de proportionnalité entre la déviation et l'intensité n'empêchera pas le périodomètre de donner des indications exactes.

Les objections qui suivent sont de la même nature, et les difficultés peuvent être résolues à peu près de la même manière. L'auteur suppose l'emploi de deux galvanomètres, et dit: « Si 9 degrés du premier galvanomètre correspondent à 3 du second, 1/4 de degré de celui-ci indiquera une valeur égale à 3/4 du premier ; donc, quand dans le second cas il n'y aura plus entre l'état stable et l'état variable qu'une différence de 1/4 de degré, cette différence correspondra à une différence de 3/4 de degré du premier galvanomètre, ou trois fois plus forte; l'état

stable paraîtra donc exister plutôt avec le deuxième ga nomètre qu'avec le premier. » (p. 318.)

La réponse est aussi simple que précédemment : s'ag de la variabilité différentielle ? Il faudra négliger 1/ degré avec le second galvanomètre, et 3/4 de degré le premier, puisque ces quantités correspondent à des croissements égaux dans l'intensité du courant.

Supposons maintenant qu'on veuille déterminer la riabilité proportionnelle, et que l'un des courants soit exemple six fois plus fort que l'autre ; raison pour laqu on le mesure à l'aide du deuxième galvanomètre m sensible. Le courant le plus faible donnera, je supp 9 degrés dans le premier galvanomètre, et le couran plus fort donnera 18 degrés dans le second. Un demi-de dans ce dernier représentera 1/36 du courant, et 1/4 degré dans le premier mesurera la 1/36 partie du cour qui traverse le fil du galvanomètre. Donc, en s'arrêtan 1/4 de degré de la déviation du courant stable dans le p mier, et à 1/2 degré dans le second, on aura la variabil proportionnelle [1].

La difficulté est encore du même ordre lorsqu'on f varier l'intervalle de dérivation. L'auteur dit : « Un mê galvanomètre reçoit dans une première expérience le 1 du courant; dans une seconde, il n'en reçoit plus q 1/12; 1/4 de degré correspondra à 1 degré du courant mesurer dans le premier cas, et à 3 degrés dans deuxième ; l'état stable paraîtra donc être arrivé plus t

[1] On sait, en effet, que dans chaque cas le courant dérivé est un fraction constante du courant principal, et qu'en négligeant la trent sixième partie du courant dérivé, on néglige aussi la trente-sixièm partie du courant principal. Pour plus de simplicité, nous supposon les fils des galvanomètres également résistants et le même interval de dérivation.

quand, pour avoir un nombre convenable de degrés, on sera obligé d'augmenter la résistance de la dérivation. » (p. 320.)

Ces difficultés peuvent se résoudre comme précédemment. Il suffira, pour obtenir la variabilité différentielle, de négliger 1/4 de degré dans le premier cas, et 1/12 dans le second cas, ou bien les nombres proportionnels 1/2 degré et 1/6 de degré, puisque ces déviations correspondent à un même accroissement d'intensité dans les deux cas.

Cherchons pour la même disposition expérimentale la variabilité proportionnelle, dans la supposition qu'un courant donne 15 degrés dans la première expérience, et qu'un courant d'une intensité double donne 10 degrés dans la seconde. Pour le premier courant, 1/2 degré du courant dérivé correspond à 2 degrés du courant à mesurer; ce dernier étant quatre fois plus fort que celui qui produit la déviation de 15 degrés, il s'ensuit que 1/2 degré correspond aux 2/60 ou au 1/30 du courant à mesurer. Pour le deuxième courant, 1/4 de degré du courant dérivé correspondant à 3 du courant à mesurer, 1/3 de degré correspondra à 4. Comme le courant est douze fois plus fort que celui qui donne la déviation de 10 degrés, 1/3 de degré dans le courant dérivé représentera 4/120 ou 1/30 du courant à mesurer. Donc, en négligeant 1/2 degré dans la première expérience et 1/3 de degré dans la seconde, on aura la variabilité proportionnelle.

Il est facile d'apercevoir ici une simplification du procédé expérimental relatif à la détermination de la variabilité proportionnelle. Admettons, en effet, un courant qui donne une déviation de 15 degrés quand le galvanomètre reçoit 1/4; un courant trois fois plus fort donnera la même déviation de 15 degrés, quand le galvanomètre ne recevra que 1/12. Nous avons dit que, dans le premier cas, 1/2 de-

gré correspond à 2 degrés, ou autrement à la 30me partie du courant à mesurer. Dans le second cas, 1/2 degré correspond à une quantité trois fois plus grande, c'est-à-dire à 6 degrés ; le courant à mesurer est représenté par 12×15 et la fraction qu'on négligera, en s'arrêtant à 1/2 degré de l'intensité finale, sera $\frac{6}{12 \times 15} = \frac{1}{30}$. On voit par là qu'une même fraction de degré du galvanomètre représentera la même fraction du courant à mesurer dans les deux cas. On aura donc la variabilité proportionnelle en évaluant dans chacun de ces cas, le temps qu'il faut au courant pour donner une déviation de 14°,5.

Cette simplification est d'ailleurs évidente, puisque les variations du courant principal sont toujours proportionnelles à celles du courant dérivé, et quand les résistances restent les mêmes, ces deux courants atteignent simultanément la même fraction de leur intensité finale. On verra plus tard que j'ai opéré souvent de cette manière.

Je viens de démontrer qu'en graduant le galvanomètre et en faisant les calculs d'avance, on se servira aussi bien des déviations supérieures à 20 degrés que de celles qui sont comprises au-dessous de cette limite, et qu'on pourra varier la résistance de la dérivation, ou même, au besoin, faire usage de deux galvanomètres différents, sans être arrêté dans l'application de ma méthode expérimentale.

Ici, il a été omis un point essentiel du procédé d'opération, sur lequel j'ai cependant insisté (p. 422 et 423 de ma thèse). Le temps pendant lequel le galvanomètre reçoit le courant est *constant* dans une même expérience, mais on peut le faire varier d'une expérience à l'autre dans les limites indiquées de 1 à 2, par l'emploi des lames de dérivation de 1/2, 2/3, 1 millimètre, sans modifier les résultats.

Cette omission a une grande importance, en ce que sans changer le galvanomètre ni aucune des conditions essentielles de l'expérience, j'ai pu maintenir, dans le voisinage de 20 degrés, les déviations correspondantes à l'état stable. Il n'en faudrait pas plus pour répondre d'un seul coup à tous les arguments tirés de la sensibilité plus ou moins grande du galvanomètre.

L'emploi des diverses lames de dérivation montre aussi que les perturbations introduites par la fermeture du circuit du galvanomètre n'ont pas autant d'influence qu'on ...t dire, puisque, en se tenant en deçà d'une certaine ...ite, les résultats ne changent pas, quoique les perturbations ne soient pas les mêmes pour des lames différentes. ... outre, cette variété du procédé opératoire répondra ...t à l'heure d'une manière bien simple à une objection ...ative à la loi du carré des longueurs.

Je prie le lecteur de remarquer que, dans toutes mes ...ériences l'état stable ou permanent a été indiqué par ... déviations inférieures à 26 degrés, pour la plupart ...isines de 20 degrés, et que par cela même bon nombre ... objections que je viens de réfuter portent à faux. Une ...le déviation de 47°,5 (thèse, p. 418) est destinée à mon...r les différences qu'une trop grande déviation peut intro...ire dans les résultats. Je m'étais assuré, d'ailleurs, que, ...s mon galvanomètre, les déviations étaient sensible...ent proportionnelles aux intensités jusqu'à 26 degrés.

Il est dit dans les conclusions (p. 337) : « Nous avons ... qu'il était impossible d'affirmer les nombres à plus de ...4 ou 1/5 de leur valeur. » Evidemment, l'auteur croit ...oir démontré que ma méthode ne comporte pas une ...actitude plus grande. J'ai cherché dans tout son mé...oire cette démonstration, sans pouvoir la rencontrer.

Cette affirmation serait-elle basée sur les tracés gra-

phiques de la planche IV annexée au mémoire ? Les courb
paraissent tout à fait irrégulières, et l'œil n'y disting
pas facilement une signification bien nette; mais ce
tient à la manière dont ces courbes ont été tracées. E
effet, on a pris pour les ordonnées, qui représente
les intensités des courants, une unité double de celle q
est affectée aux abscisses, sur lesquelles les temps so
comptés. Je puis, avec plus de raison, faire l'inverse
tracer les courbes en prenant pour les temps une uni
double de celle qui est affectée aux ordonnées. L'app
cation de ce procédé à la courbe 1, la plus irréguli
de la planche IV du mémoire que je réfute, donne
figure 11, planche II, très-peu semblable, pour le co
d'œil, à celle de ce mémoire qu'on a reproduite ici, po
qu'il soit facile d'apprécier la différence.

Les expériences qui ont été traduites en courbes
singulières ne sont pas, comme on le croit, les meilleure
je les ai prises au hasard, sans faire aucun choix ; et po
qu'on puisse mieux juger du degré d'approximation q
comportent mes procédés, on a représenté graphiqu
ment les expériences (1) et (15) de ma thèse; elles donne
les courbes 10 et 15, planche II, pour l'intensité cro
sante du courant au bout du fil, loin de la pile, et l'i
sité décroissante, près de la pile. La série des points s'
carte assez peu d'une courbe régulière dont la forme r
rappelle en rien celle de la courbe 1.

Ces différences tiennent à ce que les règles générale
ment admises en physique, pour la traduction graphiqu
des résultats d'expérience, n'ont pas été suivies dans l
tracé de la courbe 1 et des trois autres qui se trouven
sur la même planche annexée au mémoire de l'auteur
Quelque soin qu'on prenne, les points donnés par l'ob
servation ne forment jamais une ligne continue, lors même

qu'on a sous sa main et qu'on dirige toutes les conditions des phénomènes. Dans des travaux qu'on peut citer comme modèles [1], on a tracé une ligne moyenne, d'une courbure régulière entre les points, en laissant les uns d'un côté, les autres de l'autre, et l'on a admis qu'on corrigeait ainsi les erreurs accidentelles des observations, dont la discontinuité apparente tient à ce qu'il est impossible, dans l'expérience, d'arriver à une précision mathématique.

C'est d'après ces principes que j'ai représenté les expériences (1) et (15) de ma thèse, figures 10 et 15 de la planche II. Il est facile de voir que tous les points ne s'écartent pas de la quarantième partie de la distance des points correspondants de la courbe à la ligne horizontale sur laquelle on compte les temps. Il faut conclure de ce que mes appareils donnent une exactitude de un quarantième, au moins, dans des expériences où l'on ne tient pas toutes les conditions sous sa main; où il est impossible d'empêcher les courants déterminés accidentellement dans le fil par les agents atmosphériques. C'est tout ce qu'on pouvait espérer dans ces premiers essais, et ce degré d'exactitude est suffisant pour la comparaison des indications de la théorie avec les résultats de l'expérience.

L'effet produit par ces courbes de mon contradicteur ressemble à celui des miroirs cylindriques, qui augmentent, dans l'image, démesurément l'une des dimensions des objets, au point d'en altérer complétement la forme et de les rendre méconnaissables.

J'ai démontré que je m'étais fait à moi-même plusieurs des objections précédentes; j'ai poussé le scrupule jus-

[1] Le tome II du *Traité de physique* de M. Jamin contient, page 25, un résumé très-lucide de la méthode adoptée pour les tracés graphiques des résultats d'expérience par M. V. Regnault.

qu'à me demander si l'intensité décroissante du cou près de la pile, était bien l'expression de la loi de pagation et ne pouvait pas être attribuée à une accu lation d'électricité dans la pile admise par quelques siciens. (Thèse, p. 400.)

A cet effet, le fil de ligne a été supprimé et rem par un fil de quelques mètres se rendant directement terre; alors la déviation est restée sensiblement const pour toutes les durées de contact.

Dans une autre expérience, on avait disposé sur table, dans un endroit bien sec, au magasin centra octobre 1860, 5 kilomètres de fil de cuivre de 1 m mètre de diamètre, recouvert de gutta-percha. En sayant le fil avec le périodomètre, on a eu des déviat constantes, pour les durées des contacts les plus fail Mais dès que le fil a été immergé dans un baquet d'eau communiquant avec la terre, on a pu saisir l de la période croissante, dont la durée se trouvait a mentée par l'effet de la condensation électrique.

Ces deux expériences montrent que mon appareil dique pas de période là où il n'en existe pas, com l'appareil électro-chimique, et qu'on peut avoir confi dans ses indications.

En résumé, nous pouvons regarder comme établi qu périodomètre donne la série des intensités que le cou présente pendant l'état variable avec une approximat très-suffisante, et qu'il n'est pas spécialement destin déterminer la variabilité différentielle. Cet appareil prête donc à la vérification de toutes les lois qu'on p déduire de la théorie; il montre si ces lois s'accord avec les faits, et dans le cas contraire il fait connaî d'une manière nette les divergences qui existent entre théorie et l'expérience.

Nous venons de faire un examen assez complet de la méthode expérimentale, passons maintenant à la discussion des résultats obtenus.

En disant que « pour une bonne transmission, il n'est pas nécessaire que le courant atteigne son intensité maximum après chaque émission et cesse après chaque contact, » je n'ai pas énoncé comme nouveau un fait connu de tout le monde ; les *Annales télégraphiques* sont là pour prouver que la proposition précédente n'était pas généralement admise, trois ans après l'essai du câble transatlantique, qui en aurait donné une démonstration évidente. On trouve, en effet, la pensée contraire développée de la page 120 à la page 123 (t. III, 1860), dans un mémoire intéressant d'ailleurs, écrit par une personne très-compétente en pareille matière. Il y est dit que le signal ne doit paraître qu'au moment de l'installation de l'état permanent. Ces déductions sont tirées de mes propres expériences, et c'est pour les rectifier que j'ai énoncé la règle en question. Alors même que la proposition eût été établie pour les câbles sous-marins, il était encore nécessaire de voir si elle s'applique aux lignes aériennes, et j'avais doublement raison d'insister sur ce point.

On lit à la page 323 du mémoire, à propos de la loi du carré de la longueur : « Nous voyons avec plaisir que M. Guillemin admet actuellement sans réserve la réalité de cette loi dont ses expériences devaient faire douter. » J'admets, au contraire, cette loi avec réserve, puisque je dis : « Il ne m'a pas été possible de traiter complétement cette question... Il est difficile d'avoir des fils d'égal diamètre, placés dans des conditions identiques... Les nombres obtenus sur plusieurs lignes sont donc très-peu comparables entre eux. » (p. 128 de mon mémoire.) Je termine par une conclusion reproduite à la page 155 : « Les nombres qui expriment la

durée de l'état variable se rapprochent beaucoup plus la loi du carré que de la loi des simples longueurs. »

Quand je parle de la loi du carré de la longueur, j'éno la loi déduite de la théorie d'Ohm, et je cherche jusq quel point mes expériences s'accordent avec cette déd tion. D'ailleurs j'explique assez longuement que les dil rences trouvées peuvent provenir de l'inégalité des d mètres des fils, du défaut d'isolement, et de la distanc laquelle chaque fil se trouve des conducteurs voisins. Il a donc aucune contradiction entre mes paroles et les fa observés.

Au milieu de la page 324 du mémoire auquel je répon il est dit que : « La différence entre le nombre expérim tal et le nombre calculé s'élève à 0,38, c'est-à-dire à b plus que le quart du nombre 1,82 trouvé par le calcul Remarquons que 0,38 n'est pas bien plus que le quart 1,82, puisque le quart de ce dernier nombre est 0,4 L'auteur se baserait-il sur cette erreur pour dire qu'on peut affirmer les nombres à plus de 1/4 ou de 1/5 de l valeur? Si telle est sa pensée, c'est à tort qu'il attribu mon procédé des différences provenant de ce que les lig ne sont pas établies dans les conditions idéales de la théor

D'après le paragraphe de la page 323, la loi du carré la longueur s'appliquerait à la variabilité proportionne seulement, et ne serait pas la loi véritable dans le cas ét dié, qui est celui de la variabilité différentielle. Dans dernier cas, elle serait exprimée par « une valeur comp sée de la différence de deux termes, l'un proportionnel carré de la longueur, l'autre à ce même carré multiplié p le logarithme de cette longueur. » Il suivrait de là que n'aurais pas dû trouver la loi du carré de la longueu puisque ce n'est pas celle que je cherchais. (p. 337, 9e co clusion.)

Cette objection n'a pas de base réelle, du moment où mes expériences ne donnent pas exactement la loi du carré de la longueur. Voici de plus quelques détails d'expérience qui montreront que la neuvième conclusion du mémoire n'est pas fondée.

Les nombres que j'ai donnés ont été déterminés sur plusieurs fils, avec des déviations très-peu différentes de 20 degrés, afin qu'ils fussent plus comparables entre eux. Je me suis servi pour cela, soit des diverses lames de dérivation, soit d'un intervalle de dérivation plus ou moins résistant, en me tenant dans des limites assez restreintes. (On a vu précédemment que j'avais le droit d'opérer de cette manière.) Si donc les nombres avaient été déterminés au moyen de fils placés dans les conditions que la théorie suppose, ils représenteraient la variabilité proportionnelle plutôt que la variabilité différentielle. Ces considérations ne permettent pas d'attribuer une grande importance au jugement formulé dans la neuvième conclusion.

Dans le paragraphe suivant, page 324, il est dit que je confonds *tangence* avec *asymptotisme*, en parlant de la marche du courant. J'ai constaté, à mon grand étonnement, je dois l'avouer, peu de variations dans les nombres de l'expérience, quand la théorie indique des différences plus ou moins grandes. Mais en prenant pour titre de mon paragraphe les expressions qui résument l'idée théorique, j'ai eu soin d'ajouter : « ce fait est peut-être moins en désaccord avec la théorie qu'il ne semble au premier abord ; je me propose de le discuter de nouveau, dès qu'il se présentera une occasion favorable. » Cette réserve prouve suffisamment que je ne confonds pas ces deux idées. Je signale un désaccord au moins apparent entre l'expérience et la théorie, rien de plus, en me réservant le droit d'en chercher la cause. Il n'y

a là aucune confusion entre tangence et asymptotisme.

Cette confusion se trouve dans un écrit de mon contradicteur [1]. En parlant de la période d'intensité variable, il s'exprime ainsi : « On voit qu'il faut un temps infini pour que l'état définitif et stable (du courant) s'établisse ; mais *en réalité*, au bout d'un *temps fini* et même très-court, il y a si peu de différence entre la courbe qui marque les tensions et la ligne H B (qui représente l'état stable), qu'il y a lieu de *les confondre*. L'infinie rapidité de l'établissement d'un courant à l'extrémité d'une ligne et le temps infini qu'il faut pour l'établissement de ce courant, sont des questions *exclusivement théoriques*, de la même nature que la divisibilité de la matière à l'infini, et dont *il n'y a pas lieu de s'occuper dans la pratique*. » Mon contradicteur a donc commis la faute qu'il m'attribue, et sa pensée est très-clairement exprimée. Il admet que l'état stable arrive au bout d'un temps fini, comme on admet une limite à la divisibilité de la matière. On ne peut pas faire plus nettement la confusion du contact d'une tangente qui arrive au bout d'un temps fini, avec le rapprochement indéfini de l'asymptote et de la courbe qui ne l'atteint jamais, ou autrement qui ne l'atteint qu'à une distance infinie.

Dans l'alinéa suivant, l'auteur cherche à expliquer comment il se fait que j'aie trouvé une certaine constance dans les nombres, en faisant varier les conditions accessoires de l'expérience, telles que l'intervalle de dérivation et les déviations exprimant l'état stable.

La première explication est basée sur deux données qui ne sont pas absolument vraies. D'abord, la durée de l'état variable peut différer très-notablement, lors même que la

[1] *Annales télégraphiques*, p. 270, 1858.

quantité qu'on néglige comme insensible n'est pas très-petite. En outre, dans les expériences comparatives que j'ai faites pour éclairer cette question, les déviations de l'aiguille étaient évaluées à 1/4 de degré près sur 25 degrés, c'est-à-dire à 1/100 de leur valeur; elles n'étaient pas fautives de plus de 1/2 degré sur 25 degrés, comme on le prétend, et la constance des nombres observés ne peut pas être attribuée à la cause indiquée.

La seconde explication du même fait a conduit l'auteur à une contradiction facile à constater. Dans ce même alinéa, page 325, il dit qu'en augmentant la longueur de l'intervalle de dérivation, on retarde l'état stable, mais qu'une apparence contraire est produite par le galvanomètre, dont la sensibilité diminue quand la dérivation augmente, et que ces deux effets se compensent. « Il en est de même, ajoute-t-il, en diminuant le fil d'où le courant dérive ; c'est là sans doute ce qui a donné une certaine constance aux nombres qui ont été trouvés. »

Si le lecteur veut bien remonter à la page 319, il y trouvera cette proposition incompatible avec la précédente : que tout ce qui tend à augmenter la déviation fait croire à une durée plus courte de la période d'état variable, et que tout ce qui tend à la diminuer fait croire à une plus longue durée. Cette seconde proposition est appliquée, page 320, à un cas identique à celui de la page 325, c'est-à-dire un cas où l'on fait varier le rapport entre la résistance du galvanomètre et celle de la portion du fil d'où il dérive le courant. Les effets de compensation signalés page 325 ont d'avance été déclarés impossibles, p. 319.

Dans le paragraphe suivant, il est question d'une indication de la théorie qui serait en opposition plus ou moins complète avec mes résultats. Je ferai voir bientôt qu'on ne doit pas accorder une confiance entière à ces indications

déduites mathématiquement de la théorie et que l'on paraît tenir pour des vérités absolues.

Il est dit dans mon mémoire que le courant se propage avec d'autant plus de rapidité que le fil est mieux isolé. On répond à cela : « Cette loi n'est qu'en partie vraie. La loi complétement vraie est celle-ci : pour des pertes faibles, le temps va en diminuant, à mesure que les pertes croissent, jusqu'à une certaine limite ; mais à partir de cette limite, le temps croît de nouveau, et cela jusqu'à l'infini. »

Quelques essais ont été faits avec des fils assez bien isolés. Les nombres obtenus dans ces circonstances ont toujours été moindres que pour un isolement plus mauvais. Si la proposition précédente est vraie, ce doit être dans une limite si restreinte, qu'il faut sortir des cas de la pratique et faire des recherches en partant d'un isolement presque complet.

L'auteur indique, p. 326, qu'il convenait de comparer la résistance des éléments à celle de la ligne, sans se rappeler que cette comparaison a été faite. Dans quel but aurais-je donc mesuré la résistance des éléments que j'employais (thèse, p. 408), si ce n'est pour voir les différences que cette résistance peut introduire dans les résultats? C'est ce qui est expliqué page 432, où il est dit : « qu'on doit tenir compte de la résistance de la pile de Daniell, parce qu'elle est assez grande relativement à celle de la ligne, tandis que celle de la pile de Bunsen est négligeable. » Des réflexions analogues se trouvent reproduites page 151 de mon mémoire.

Les résultats de mes expériences concernant l'énergie de la pile sont, comme on me le dit, en opposition avec la loi mathématique ; mais ils ne sont pas dus au défaut de mon appareil, qui tendrait à abréger la durée de l'état variable, toutes les fois que le courant augmente. J'ai

déjà fait voir dans quelles contradictions l'auteur est tombé sur ce point; je puis ajouter que s'il avait comparé mes nombres, il n'aurait pas émis cette opinion. En effet, les déviations les plus fortes ne correspondent pas toujours aux nombres les plus petits. Ainsi dans l'expérience (11) de ma thèse, p. 418, l'état permanent qui arrive après 0'',018 est indiqué par 25 degrés; la pile se composait de 60 éléments Bunsen associés en tension. Dans les expériences (1) et (12), l'état permanent arrive après 0'',021, les déviations sont 26°,5 et 28°,5, et la pile est de 20 éléments Bunsen. Le temps le plus long est donné par la plus grande déviation, et non par la plus petite, comme cela devrait être, si l'une des assertions contradictoires de l'auteur était fondée.

Je n'ai pas laissé croître indéfiniment la déviation avec l'intensité du courant stable; en général, quand elle devenait trop forte, je la ramenais vers 20 degrés, au moyen d'une lame de déviation moins large. Il est même souvent arrivé, comme dans ces dernières expériences, qu'on avait les déviations les plus faibles avec les courants les plus forts.

J'ajouterai que dans les expériences du 3 et du 5 mai 1860, citées dans ma thèse, p. 433 et 434, et dans mon mémoire, p. 131, les déviations correspondantes à l'état stable ont été comprises entre 12 et 18 degrés, et sont par conséquent à l'abri de toute critique. Elles donnent le même résultat que les autres, c'est-à-dire une diminution dans la durée de l'état variable, pour une augmentation du nombre des éléments. Celles qui ont été faites avec la pile de Daniell sont même plus probantes que les autres, puisque l'augmentation très-notable de la résistance, en passant de 75 à 150 éléments, n'a pas empêché le temps de diminuer; dans l'un des cas cités, il s'abaisse de 0'',020 à 0'',018.

Toutes ces expériences concordent pour montrer q diminution dans les temps observés, qui se produit q l'énergie de la pile augmente, n'est point due à un reur expérimentale et qu'il y a bien réellement un minution dans la durée de l'état variable. Si ces résu sont en désaccord avec la théorie, cela peut tenir à ce la formule a été établie en supposant les conditions mentaires des phénomènes plus simples qu'elles n sont dans la plupart des dispositions expériment adoptées.

Dans la discussion du paragraphe intitulé : *Charge térieure du fil*, l'auteur trouve la règle que j'ai don bien peu précise, et il ajoute : « Il y a là une ques fort complexe, dont les éléments ne peuvent être déter nés que par une série d'expériences très-variées. » (p. 3 Sur ce dernier point, je suis de son avis, la question en effet très-compliquée. Il m'a néanmoins été permis donner une règle un peu vague, du moment où je prop une disposition expérimentale qui rend l'application cette règle possible, même sans qu'elle soit bien pré sée : je veux parler de la disposition par laquelle on va à volonté le rapport de la durée des contacts aux int valles de temps qui les séparent. D'après le langage mémoire, il semblerait qu'on ne puisse tirer aucun pa des phénomènes physiques qui ne sont pas traduits équations. L'expérience de tous les jours nous montr au contraire, des applications très-heureuses basées s des phénomènes qu'il serait actuellement très-difficile d représenter par des formules, et ces exemples ne sont pa rares en électricité.

On m'objecte que si une charge de même natur que celle qui sert à la transmission des signaux est tro forte, elle empêche toute transmission. Cela n'est pa

douteux, mais ce n'est pas une objection, car je l'ai exprimé en d'autres termes, en disant : « Pour avoir une transmission rapide, il suffit, dans l'intervalle des contacts, d'affaiblir assez le courant du récepteur, pour que l'armature obéisse à l'action du ressort antagoniste, » ou autrement, la charge de même nom ne doit pas être trop forte. (p. 132 de mon mémoire.)

L'emploi d'un petit courant inverse aurait été essayé, pour les fils aériens, dans l'administration française de 1853. Je demande où ces expériences ont été publiées, et quels en sont les résultats. Quant à l'appareil Morse de M. Siemens, il est appliqué aux câbles et non aux lignes aériennes. Sans chercher à m'attribuer les idées qui appartiennent à ce savant éminent, je n'ai fait autre chose que de transporter dans la télégraphie aérienne une pratique admise en télégraphie sous-marine.

Les pages 328 et 329 du mémoire que je réfute sont remplies d'un calcul d'arithmétique, dont le but est de démontrer que les effets observés par nous, quand la perte du fil est très-grande, peuvent s'expliquer d'après les lois ordinaires des courants dérivés.

Nous avions été surpris, M. Burnouf et moi, de voir un fil paraissant perdre la presque totalité du courant, pour l'observateur qui place une boussole près de la pile, en isolant l'autre extrémité, transmettre cependant une fraction du courant assez forte pour faire marcher les appareils. (Thèse, p. 427, et Mémoire, p. 134.)

Pour expliquer ce fait, l'auteur prend le cas d'un fil de 700 kilomètres; il établit à 4 kilomètres de l'extrémité une dérivation au moyen d'un fil de 10 kilomètres, et il montre (ce qui se comprend sans calcul) qu'en ajoutant cette dérivation, le courant du point de départ n'augmente pas sensiblement, tandis qu'il passe encore les deux tiers

du courant par l'extrémité de la ligne qui communique avec la terre à l'aide d'un fil de 1 kilomètre de résistance.

Ce raisonnement pèche par un point capital, en ce qu'on suppose une seule perte près de l'extrémité du fil, tandis qu'au contraire il en existe sur toute l'étendue de la ligne. Pour mieux en faire voir le défaut et pour nous rapprocher des conditions réelles, admettons une seule dérivation vers la partie moyenne de la ligne, sans faire aucun autre changement, puis répétons les calculs de l'auteur. Voici ce que nous trouvons : intensité du courant au point de départ, l'extrémité de la ligne étant isolée, 1/360 ; intensité au même point, quand la ligne est à la terre, approximativement, 1/359 ; différence entre ces deux intensités, $1/360 \times 359$; ce qui donne pour l'augmentation du courant au point de départ 1/359 de l'intensité primitive. Supposons cette dernière exprimée par 10 degrés, l'accroissement de la déviation sera représentée par 1/36 de degré, quantité que nous considérons comme insensible.

D'un autre côté, les intensités des courants dans l'extrémité de la ligne et dans la dérivation sont dans le rapport de 10 à 351, inverse des résistances, d'où l'on voit qu'il n'arrivera au bout de la ligne que la trente-cinquième partie du courant. Or, si l'on consulte l'expérience, on trouve qu'il arrive au bout de la ligne la septième et même la sixième partie du courant, c'est-à-dire une quantité cinq ou six fois plus grande que celle donnée par le calcul, et c'est précisément sur ce point que j'ai cru devoir attirer l'attention.

Si, après avoir rétabli les véritables conditions du phénomène, tout en nous bornant à faire le même calcul que mon contradicteur, nous n'arrivons pas à nous en rendre compte, cela tient à ce qu'il ne faut pas appliquer ici les lois des courants dérivés, par la raison qu'on a des con-

ucteurs humides en contact avec des métaux, et que la olarisation qui se produit lors du passage du courant, ntre le métal et le liquide, introduit des *phénomènes d'un utre ordre*. En résumé, les lois si simples des courants érivés ne s'étendent pas directement au cas où il naît des orces électro-motrices variables entre les diverses parties les conducteurs. Cette discussion renferme donc une louble erreur, portant et sur la nature du phénomène et ur l'application défectueuse des lois connues.

L'auteur déduit de ce que j'ai dit sur la décharge du l une conséquence qu'il déclare absurde, page 330, ont je ne suis nullement responsable. J'ai bien spécifié ue la décharge dure quatre fois plus que la charge *dans s conditions signalées* (Mémoire, p. 155), qui sont celles 'un assez bon isolement, et cette proposition s'applique, insi que l'auteur l'a dit d'une manière dubitative, *à une igne d'une longueur donnée, dans des conditions données t pour des circonstances spéciales* (p. 330 de son mémoire). Je n'ai pas oublié, comme il le suppose (p. 329), ue le courant de retour est d'autant moins sensible que a perte du fil est plus grande. Ce point a été étudié avec étails dans ma thèse, p. 444, au paragraphe intitulé *Perte par les supports*, où l'on trouve cette phrase : « Dans un temps même très-court, la quantité d'électricité que le fil perd par l'air et par les supports est très-considérable. » Dans mon mémoire on trouve encore (p. 147) : « ce fait indique qu'il ne sera pas nécessaire de décharger le fil par les temps humides, puisqu'il perd spontanément sa charge électrique, à cause du mauvais isolement. »

Ces expériences sur la durée de la décharge, répétées par des temps plus secs, auraient sans doute donné un rapport plus grand que le nombre 4, et par des temps

plus humides, un rapport plus petit ; il n'y a d tout cela aucune contradiction. Avec toutes ces préı tions, et après avoir bien expliqué que le résultat est latif à un cas spécial, j'aurais cru douter de l'intellige ou du jugement de mon lecteur, si je lui avais recomma de ne pas regarder comme une loi générale ce qui s plique essentiellement à un cas particulier.

Ce raisonnement par réduction à l'absurde a cond l'auteur des observations à dire que « la décharge, da tous les appareils télégraphiques, s'opère par les de bouts et que sa durée est alors la même que celle de charge » (p. 330). C'est là une inexactitude qui est répé dans les conclusions (p. 337), et qui provient d'une fau interprétation d'un fait bien connu. Tout le monde sait q la ligne est en communication avec la terre par le fil récepteur, lorsque le manipulateur est au repos, c'est- dire dans la position de réception. Pour voir si, en ré lité, la décharge se fait simultanément par les deux bout nous n'avons qu'à évaluer la durée de chacun des mouv ments de la main de l'employé qui transmet la dépêche.

Une bonne transmission moyenne se compose de quin mots par minute ; ce qui fait, en comptant cinq lettres pa mot et trois signaux élémentaires par lettre, 225 con tacts et autant d'interruptions. La main de l'employé s'a baisse deux cent vingt-cinq fois et s'élève deux cen vingt-cinq fois par minute, ce qui fait environ huit mou vements par seconde. D'où l'on déduit que le contact d la ligne et de la terre n'a lieu, en moyenne, que 1/8 de se conde après que le contact de la pile a cessé. Admetton que ce temps soit plus court et seulement de 1/12 de se conde, à cause de l'amplitude un peu trop grande d mouvement d'élévation de la main et de l'inégale duré de ces mouvements, il sera cependant encore suffisan

our que le fil perde sa charge électrique. Le temps qu'il aut à un fil de 500 ou 600 kilomètres, que nous prenons our type, pour arriver à l'état stable, est en moyenne le 1/50 de seconde. La décharge, quand l'isolement est on, durant quatre fois plus que la charge, met 1/12 de econde à s'effectuer à peu près complétement. Ici la résistance de l'électro-aimant retarde la décharge; on peut cependant conclure que le fil est déjà presque déchargé, orsque le manipulateur établit son contact avec la terre. a décharge se fait en grande partie par le récepteur du orrespondant, et par les pertes de la ligne, sans qu'il y ait e courant de retour bien sensible dans le poste expéditeur. n résumé, la décharge dans tous les appareils télégraphiques ne s'opère point simultanément par les deux bouts e manière à réduire la durée de la décharge à celle de la harge, et ce fait de la pratique a été mal interprété.

L'auteur me fait remarquer, ce dont personne ne doute, ue « bien des fois, des éléments à grande surface ont utant et plus de résistance que les petits; » il rectifie ème mes paroles, et m'engage à parler avec plus de récision (p. 330). Evidemment il avait oublié qu'à la age 408 de ma thèse, au paragraphe intitulé *Pile*, je onne la résistance des petits éléments Bunsen employés ans mes expériences, qui est de 60 mètres de fil de fer e 4 millimètres. La résistance des éléments Daniell de administration, qui sont beaucoup plus grands et dont donne les dimensions relatives s'élevant à 800 mètres, l en résulte que ces petits éléments sont treize fois moins ésistants que les grands. Ces résultats sont reproduits en 'autres termes dans mon mémoire (p. 130); mais là, j'aurais eu le tort de parler d'agrandir la surface des éléments, u lieu de dire qu'il convient de diminuer leur résistance!

Mes observations démontrent que la pile de Daniell actuellement employée est une source électrique insuffi sante pour un mauvais isolement de la ligne. J'ai parlé dessein d'agrandir les éléments, parce que c'est le procéd le plus simple pour diminuer leur résistance, sans appor ter de modifications aux manipulations usuelles. Si j'avai dit des éléments moins résistants, on aurait pu compren dre qu'il s'agissait d'éléments chargés autrement ou dis posés d'une autre manière, en un mot d'éléments différent par leur nature de ceux qu'on emploie maintenant. Toute ces conclusions viennent de recevoir la sanction de pratique dans la transmission par le pantélégraphe M. Caselli.

On a souvent essayé les appareils télégraphiques établissant la communication entre le manipulateur et récepteur, au moyen de bobines résistantes. Il arrivait o dinairement que les appareils fonctionnant très-bien da le cabinet, ne marchaient plus quand aux bobines r sistantes on substituait le fil de ligne. L'explication cette différence découlait naturellement de mes exp riences ; j'ai essayé de l'indiquer sommairement en qu ques phrases. Pour cette explication succincte, j'ai énon deux lois dont l'une ne se trouve pas, jusqu'à présen complétement vérifiée par mes propres expériences, la du carré de la longueur ; dont l'autre n'a pu être citée qu titre de loi approximative et suffisante pour conduire l'interprétation proposée ; je veux parler de la loi relati à la section. Ce mode de raisonnement m'a attiré une ass longue argumentation.

L'auteur des observations se prononce d'une manièr nette sur cette question ; mais il donne actuellement un loi qui n'est pas tout à fait celle qu'il a énoncée il y cinq ans.

En effet, on trouve dans un mémoire déjà cité[1] la proposition suivante : « *Si l'on prend deux fils de même nature, de même longueur, mais de sections différentes, l'électricité se propage de la même manière dans chacun d'eux.* » Cette loi se trouve énoncée sans aucune restriction.

D'un autre côté, il est dit, dans le mémoire que je réfute, p. 336, deuxième conclusion : « *La durée de la variabilité différentielle augmente, mais non proportionnellement avec la section du conducteur.* »

Ainsi donc, mon contradicteur déduit mathématiquement de la formule d'Ohm, en 1858, qu'un changement dans la section du fil n'introduit pas de différence dans la propagation, et, en 1863, que la durée de la propagation augmente avec la section du fil.

La question étant encore en litige, il faudra de nouvelles expériences pour établir la loi d'une manière définitive; mais en présence de ces deux propositions contradictoires, données l'une et l'autre comme conséquences rigoureuses de la théorie d'Ohm, j'ai le droit d'examiner si ces lois énoncées comme absolument vraies s'accordent mieux avec les faits d'observation que celle que j'ai admise comme approximative.

M. Gaugain a trouvé par l'expérience que les diamètres des fils étant 1, 2, 3, 4, 5 millimètres, les durées de propagation sont entre elles comme les nombres 100; 28,2; 15,9; 8,3; 5,6; il en conclut : « que l'on augmente considérablement la rapidité de la transmission en augmentant le diamètre des fils conducteurs[2]. » Cette conclusion est, comme on le verra, conforme aux résultats de la pratique. Les nombres précédents n'étant pas très-éloignés

[1] *Annales télégraphiques*, t. I, p. 271.
[2] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LI, p. 638.

des nombres inversement proportionnels aux sections 100; 25; 11; 6,2; 4, la loi simple et approximative que j'ai admise provisoirement ne s'écarte pas beaucoup des résultats de ces expériences.

Des essais récents et postérieurs à la publication de mon mémoire montrent que la transmission télégraphique est plus rapide, à égalité de longueur, par les fils de 5 millimètres que par ceux d'un diamètre inférieur. L'avantage est surtout appréciable avec le télégraphe de M. Caselli. Ce savant espère augmenter la vitesse de transmission des dépêches par l'emploi de gros fils. Si donc la transmission gagne en vitesse, cela peut bien tenir à la rapidité plus grande, dans le fil de 5 millimètres, des phénomènes d'état variable qui suivent l'établissement et la rupture de la communication avec la pile. Ces faits viennent confirmer les déductions que j'ai tirées de la loi approximative, et qui toutes sont à l'avantage des fils d'un fort diamètre.

Examinons maintenant si les propositions formulées dans les observations sur mes expériences s'accordent aussi bien avec les faits de la pratique. En supposant vraie la loi énoncée en 1858, les phénomènes de propagation étant indépendants de la section, les fils d'un faible diamètre transmettraient aussi rapidement que les fils d'un diamètre plus fort, et ils auraient même l'avantage de donner un courant de retour moins intense, en sorte qu'on devrait les préférer aux fils d'un plus grand diamètre.

En prenant la loi énoncée en 1863, on arrive à une conclusion analogue : la durée de la propagation augmentant avec la section du conducteur, l'avantage est plus nettement encore que tout à l'heure au fil d'un faible diamètre.

Il résulte de cette comparaison, que je suis beaucoup

noins éloigné des faits connus que mon contradicteur sur
ette question incomplétement résolue, et, s'il y avait,
omme il le dit, une erreur grave, elle serait actuellement
le son côté.

J'ai déclaré n'avoir accepté la loi de la section que pro-
isoirement et à titre de loi approximative, il me reste à
en fournir la preuve. D'abord, l'énoncé de cette loi ne
figure dans aucune de mes conclusions ; en outre, le lec-
eur pourra constater que c'était bien là ma pensée en
isant la page 448 de ma thèse et la page 133 de mon mé-
moire, où je dis qu'il sera important d'étudier l'influence
e la section des conducteurs.

L'auteur semble, page 333, n'accorder aucune valeur
mes recherches sur le nombre maximum des signaux
lémentaires qu'on peut transmettre, dans un temps
onné, au moyen de l'appareil Morse. Il cite même et sou-
igne, comme si elles étaient imprimées, les paroles sui-
antes que je n'ai jamais prononcées : « M. Guillemin a
btenu là le *rendement de l'appareil dont il se servait.* »

Si j'avais parlé du rendement de mon appareil, on pour-
ait peut-être m'inviter à le mettre, dans la pratique, en
arallèle avec les autres. Mais mon intention a été seule-
ment de démontrer « qu'il est possible de transmettre, sur
une ligne de 500 à 600 kilomètres, beaucoup plus de 30
à 35 mots par minute, nombre limite qui paraissait résul-
er de l'essai de plusieurs manipulateurs automatiques. »
Mémoire, p. 143.) Il s'agissait donc tout simplement de
eculer cette limite trop restreinte et de faire voir ce que
e courant est capable de produire. J'ai prouvé qu'il peut,
avec l'appareil Morse, donner plus de 60 mots par minute,
et ce n'est probablement pas la dernière limite, pour cet
appareil ou pour d'autres ; il y a bien des raisons de croire
qu'on pourra aller plus loin. Mon mémoire contient, p. 149

et 150, la description d'un manipulateur qui donne une transmission très-rapide de deux mots. On peut s'assurer que, par le simple déplacement d'un ressort, on change très-facilement le rapport de la durée des contacts aux intervalles de temps qui les séparent. Ce n'est donc pas, comme on le pense, cette difficulté qui empêche des appareils basés sur ce principe de devenir usuels. Je ne saurais même affirmer que, les autres difficultés étant un jour résolues, ces principes ne puissent être introduits dans la transmission pratique.

Le même paragraphe contient un argument d'une faible portée. En expliquant, p. 152 et 153 de mon mémoire, les conditions physiques dans lesquelles mes essais de transmission rapide ont été faits, je dis qu'en expérimentant de Paris à Nancy, avec M. E. Burnouf pour correspondant, je me suis mis rigoureusement dans les conditions de la pratique, pour éviter l'objection du retour du courant par la terre. Mon contradicteur me fait remarquer que je n'étais pas dans les conditions de la pratique, puisque je transmettais toujours les deux mêmes mots. C'est une observation puérile, basée sur le sens du mot pratique, et il serait inutile d'y répondre longuement. Je prie seulement le lecteur de remarquer qu'il s'agit des conditions physiques de la pratique et non des conditions administratives.

Dans la dixième et dernière conclusion de son mémoire, p. 337, l'auteur ne reconnaît qu'un seul mérite à mon travail, c'est d'avoir montré que, pour accélérer la transmission, il faut faire varier à volonté le rapport de la durée des contacts aux intervalles de temps qui les séparent; la proposition est vraiment neuve, d'après lui, et m'appartient. Cet éloge contredit ce qui précède, car il oublie à cet endroit qu'un peu plus haut, à la page 333, il n'a rien

voulu accepter de mes essais sur la transmission rapide.

Le sens du paragraphe de mon mémoire intitulé *Conclusions*, p. 153, est altéré comme celui du précédent. Ce que je dis s'applique aussi bien à tous les appareils imprimants ou non imprimants qu'à l'appareil de M. Hughes. Ma conclusion est que si l'on avait un manipulateur assez perfectionné, pour faire produire à un fil à peu près le travail maximum que les lois de la propagation permettent d'atteindre, le système Morse serait supérieur aux autres appareils électro-magnétiques, au point de vue de la rapidité de la transmission. Je n'ai donc pas proclamé d'une manière absolue, dans les conditions actuelles de la pratique, la supériorité de l'appareil Morse sur tous les autres et en particulier sur l'appareil Hughes.

L'expérience m'a montré que le courant arrive à l'état stable en même temps aux deux extrémités du fil. J'ai cru pouvoir généraliser la proposition et dire que l'état stable s'établit au même moment dans tous les points de la ligne. La deuxième conclusion du mémoire que je réfute contient une déduction du calcul d'après laquelle l'état variable s'établirait quatre fois plus vite pour le point milieu que pour les points extrêmes, et ce rapport varierait, d'une manière continue, de 4 à 1 pour les points intermédiaires.

Si cette proposition était vraie, on pourrait me reprocher de m'être trop hâté de généraliser et d'avoir étendu à tous les points du fil une propriété qui n'était constatée que pour les deux extrémités. J'ai cherché souvent l'occasion d'avoir des fils convenablement disposés pour ces expériences, jusqu'à présent elle ne s'est pas présentée; j'espère cependant la rencontrer bientôt. En attendant, il me suffira de rappeler que mon contradicteur a émis en 1860, dans l'interprétation qu'il fait de la loi d'Ohm, une

proposition analogue à celle qu'il combat aujourd'hui[1]. Il dit, en parlant de la période d'intensité variable du courant : « Dans la première moitié de la ligne, l'intensité dépasse promptement la valeur finale AC (fig. 2), et diminue ensuite peu à peu. Dans la seconde partie, elle lui est toujours inférieure. » Cet énoncé un peu vague pourrait laisser du doute sur la valeur de la proposition, si le texte n'était accompagné d'une figure qui en précise le sens; nous la reproduisons dans la figure 2, planche II. Le fil AB est en contact avec la pile en A et avec la terre en B. L'intensité finale d'un courant dans tous les points de la ligne est représentée par CD. Les courbes 1, 2, 3, 4 représentent, non point la tension, mais bien les intensités du courant dans tout le fil, aux différents instants de la propagation. Ces courbes ne se relèvent point vers le milieu de la ligne, comme cela devrait être, si le courant approchait plus rapidement de son intensité finale en ce point que dans les autres; leur forme, dans la seconde moitié de la ligne, montre nettement que l'intensité du courant va en croissant dans cette partie, à peu près suivant la même loi qu'au milieu, et que l'état permanent ne s'établit pas plutôt en ce dernier point qu'aux extrémités; ce qui contredit la deuxième conclusion.

Dans sa sixième conclusion, page 337, mon contradicteur attribue les différences notables entre les lois qu'il énonce et celles que j'ai indiquées à la confusion faite par moi des deux espèces de variabilités, sans s'apercevoir que dans ses mémoires il a énoncé toutes les lois de la propagation du courant, abstraction faite de cette différence des deux variabilités. Il n'a fait, comme il le dit, que reproduire le résumé des travaux des physiciens étran-

[1] *Annales télégraphiques,* t. III, p. 146.

gers; mais il a interprété et approuvé ces mêmes travaux. Or, il n'est nulle part question de la distinction des deux variabilités; il s'ensuivrait donc, d'après ses conclusions, que toutes les lois qu'il a énoncées sont fausses, dans l'état actuel de la science.

Un jugement semblable me paraîtrait plus que rigoureux, aussi bien à son égard qu'en ce qui me concerne; car on ne peut pas soutenir sérieusement qu'une définition nouvelle relative à des phénomènes physiques puisse, au moment où elle paraît, réduire à néant tout ce qui l'a précédée. Il n'en est pas ainsi, heureusement, pour les personnes qui s'adonnent à des travaux scientifiques. Les premières recherches sur une question donnent une première approximation et préparent d'autres recherches plus complètes, qui conduisent à une solution plus approchée de la vérité. Cela n'empêche pas, bien souvent, les faits primitivement découverts de survivre aux procédés d'expérimentation qui ont servi à les démontrer et de conserver leur place dans l'ordre général des connaissances acquises.

L'idée première de la distinction des deux variabilités n'appartient pas à l'auteur, comme on pourrait le croire d'après la lecture de son mémoire; elle est due à M. Gaugain [1] : les noms ont été changés, et les définitions légèrement modifiées. Les expressions primitivement proposées, *durée de propagation absolue* et *durée de propagation relative*, nous paraissent encore préférables à celles qu'on leur substitue.

Toutes mes expériences sur la propagation du courant ont été faites en moins d'un an, à une époque qui a précédé de quelques mois seulement la publication du mé-

[1] *Annales de chimie et de physique*, t. LX, p. 326, 1860.

moire que je viens de rappeler. Depuis cette époque, mes recherches ont porté sur d'autres points, tels que les phénomènes d'induction et la transmission par l'appareil Morse. Il est donc facile de comprendre pourquoi je n'ai pas déterminé comparativement les deux modes de variabilité.

Avant d'écrire mon mémoire, je me suis demandé si toutes les conclusions que j'avais tirées de ces premières déterminations subsistaient, malgré les définitions nouvellement admises. C'est après avoir résolu affirmativement cette question que je me suis décidé à le publier; tout ce qui précède démontre la légitimité de mes conclusions. J'ai d'ailleurs reconnu l'utilité des définitions de M. Gaugain, page 113, et j'ai exprimé le désir de les mettre à profit.

Je n'ai pas à suivre la discussion sur tous les points où elle pourrait incidemment m'entraîner; je dois me borner à répondre à toutes les objections adressées directement à mes expériences. Les conséquences que l'auteur tire de la théorie ne sont d'ailleurs pas les seules qu'on puisse en déduire. Il suffirait d'une nouvelle convention sur la manière d'apprécier la durée de l'état variable, pour arriver à un grand nombre d'autres lois, plus compliquées encore, au point de n'être pas exprimables en langage ordinaire. Pour soumettre à la sanction de l'expérience les lois complexes que l'auteur énonce, il faudrait un réseau télégraphique disposé d'une manière spéciale. L'installation actuelle des lignes télégraphiques permet de résoudre les questions les plus élémentaires, qui sont aussi les plus utiles pour la pratique. C'est à ces dernières qu'il faut s'attacher avant de chercher à pénétrer plus loin. Un grand pas sera déjà fait, quand nous saurons au juste à quoi nous en tenir sur les lois les plus simples. Quoiqu'il

y ait toujours un grand intérêt à contrôler, par l'expérience, les indications de la théorie, il est prudent, avant d'entreprendre des recherches qui sont toujours pénibles et dispendieuses, d'attendre qu'on soit fixé sur les déductions du calcul, et, dans tous les cas, il ne faut pas s'étonner de rencontrer des divergences plus ou moins grandes.

Pour établir les formules, on suppose ordinairement les conditions élémentaires des phénomènes plus simples qu'elles ne le sont en réalité. Les faits physiques étant souvent trop complexes, pour qu'on puisse les traduire rigoureusement en équations, il en résulte des différences notables entre l'indication de la théorie et le fait expérimental. C'est pour cette raison qu'on ne doit pas rejeter les expériences qui ne vérifient point complétement la théorie. Ainsi, d'après la théorie, on devrait donner aux fils des électro-aimants une résistance égale à celle de la ligne et de la pile réunies. La pratique a fait voir que sur les longues lignes, il fallait se tenir au-dessous de cette limite et prendre des bobines beaucoup moins résistantes.

En 1860, l'opinion de l'auteur différait de celle qu'il a récemment exprimée, lorsqu'il disait : « On ne doit pas admettre dans toute leur rigueur, aux limites extrêmes du moins, les résultats de l'analyse mathématique [1]. » Nous pensons que cette opinion, qui était très-juste à cette époque, ne l'est pas moins aujourd'hui; et nous pouvons invoquer à l'appui une autorité que les géomètres accepteront aussi bien que les physiciens. L'illustre auteur de la théorie que nous développons, Ohm, a dit lui-même : « *Pour qu'une théorie soit utile et durable, il faut que toutes ses conséquences soient d'accord avec l'observation et l'expérience*; il recommande, en outre, de ne pas confondre

[1] *Annales télégraphiques*, t. III, p. 149, 1860.

la question de physique et la question mathématique[1], et nous trace ainsi la marche à suivre pour arriver à la connaissance complète des lois de la propagation du courant.

Je m'étais engagé à répondre à toutes les objections, je crois avoir atteint mon but et n'avoir omis aucune observation importante. Les discussions favorisent souvent le progrès; aussi, loin de les éviter, on doit les accepter, dans l'intérêt même des principes qu'on cherche à faire prévaloir, et ces discussions profitent d'autant plus sûrement à la vérité, qu'on a soin de les dégager de toute préoccupation étrangère à la science même.

En attendant qu'il se produise de nouvelles objections, je compte reprendre bientôt et développer mes premières recherches, dans l'espoir d'ajouter quelques faits bien démontrés à l'ensemble de ceux que nous possédons. Mais dès aujourd'hui nous pouvons conclure, en affirmant avec la double autorité du raisonnement et de l'histoire, contrairement à l'idée générale du mémoire que je viens de réfuter, que si la physique doit une bonne partie de ses progrès au concours des sciences mathématiques, l'honneur d'avoir fait les premières et les principales découvertes revient de droit à l'expérience.

C.-M. Guillemin.

Paris, le 22 juin 1864.

[1] *Mémoire de G.-S. Ohm,* traduction de M. Gaugain, p. 28 et 120, 1860.

APPLICATIONS

DE LA THÉORIE GÉNÉRALE

DE LA PROPAGATION DE L'ÉLECTRICITÉ

A L'ÉTUDE DES CONDUCTEURS TÉLÉGRAPHIQUES.

A l'occasion d'expériences faites sur la propagation de l'électricité dans les fils télégraphiques, M. Gounelle a énoncé [1] un certain nombre de propositions relatives à la durée de l'état variable du courant dans ces conducteurs. La démonstration de plusieurs de ces propositions, parmi celles qu'on peut exprimer par une équation, fait partie de la théorie générale de la propagation de l'électricité exposée dans le numéro de mars-avril 1860, et il m'a paru qu'il ne serait pas sans intérêt de montrer comment l'application des formules établies par MM. Gounelle et Blavier peut servir à démontrer simplement les théorèmes relatifs à l'inégalité de durée de l'état variable dans un conducteur télégraphique, et au temps nécessaire pour la décharge de ce conducteur.

La théorie et l'expérience montrent que lorsqu'on a un conducteur que l'on met en communication simultanément par ses deux extrémités avec les deux pôles d'une pile, ou bien que, l'une des extrémités de ce conducteur communiquant avec le sol, on met l'autre en contact avec un pôle d'une pile dont le second pôle est à la terre, il

[1] Voir le numéro des *Annales télégraphiques* de juillet-août 1863.

faut un certain temps pour qu'en chaque point du conducteur, la tension électrique et l'intensité du courant soient invariables. Si l est la longueur de ce conducteur, ω sa section, k sa conductibilité, et si M est la tension, supposée constante, du pôle de la pile en contact avec l'une des extrémités, tandis que l'autre extrémité est à la terre, l'intensité I du courant en un point du conducteur situé à la distance x de la pile est, après une durée t du contact, donnée par la formule

$$I = \frac{k\omega M}{l}\left\{1 + 2\sum_{i=1}^{i=\infty} \cos\frac{i\pi x}{l}\, e^{-\frac{hti^2\pi^2}{l^2}}\right\}, \qquad (1)$$

dans laquelle $h = \frac{k}{k'}$, k' étant la capacité électrique du conducteur.

A mesure que t augmente, la quantité sous le signe Σ diminue et tend vers zéro, mais elle n'atteint mathématiquement cette limite que pour une valeur de t infinie. Toutefois, au bout d'un certain temps, elle en diffère assez peu pour qu'on puisse la considérer comme nulle, et alors l'intensité du courant, qui ne varie plus avec le temps et est la même tout le long du conducteur, a pour valeur

$$I_1 = \frac{k\omega M}{l}.$$

Le temps nécessaire pour arriver à cet état permanent est infini, et il paraît d'autant plus grand que les appareils dont on fait usage pour mesurer le courant sont plus sensibles, et comme on ne peut, dans une expérience, vérifier les lois fournies par la théorie qu'en opérant sur des quantités finies, on considère la durée de l'état variable, tantôt comme le temps nécessaire pour que le courant variable atteigne une fraction déterminée du courant à l'état permanent, c'est-à-dire pour que le rapport $\frac{I}{I_1}$ ait

une valeur donnée; d'autres fois, comme le temps nécessaire pour que la différence $(I_1 - I)$ entre l'état variable et l'état définitif ait une valeur très-petite et déterminée. Considérée suivant la première manière, la variabilité est dite *variabilité proportionnelle,* et dans l'autre cas, *variabilité différentielle.* Les lois relatives au premier cas se déduisent de la relation

$$\frac{I}{I_1} = 1 + 2\Sigma \cos\frac{i\pi x}{l} e^{-\frac{hti^2\pi^2}{l^2}} = \text{constante}, \qquad (3)$$

et celles relatives au second sont une conséquence de la formule

$$I - I_1 = \frac{2k\omega M}{l} \sum \cos\frac{i\pi x}{l} e^{-\frac{hti^2\pi^2}{l^2}} = \text{constante}. \qquad (4)$$

Ces principes ont déjà été exposés dans ce recueil; mais il m'a paru utile de les rappeler brièvement.

De l'inégalité de durée de l'état variable dans un conducteur télégraphique.

Pour montrer cette inégalité, je considère les intensités du courant à l'extrémité qui communique avec la terre, puis au milieu du conducteur, et je cherche la relation qui doit exister entre les temps t et t' nécessaires pour que ces intensités soient égales, auquel cas il y aura égalité entre les rapports de chacun de ces courants au courant limite, ainsi qu'entre les différences de ces courants au courant limite.

En faisant dans la formule (1), successivement $x = l$, $x = \frac{l}{2}$, on a

$$I_l = \frac{k\omega M}{l}\left\{1 + 2\Sigma \cos i\pi\, e^{-\frac{hti^2\pi^2}{l^2}}\right\},$$

$$I_{\frac{l}{2}} = \frac{k\omega M}{l}\left\{1 + 2\Sigma \cos\frac{i\pi}{2}\, e^{-\frac{ht'i^2\pi^2}{l^2}}\right\}.$$

En donnant à i les valeurs successives $1, 2, 3, 4, \ldots$, observant que

$$\cos\pi = -1,\ \cos 2\pi = +1,\ \cos 3\pi = -1,\ \cos 4\pi = +1, \ldots$$
$$\cos\frac{\pi}{2} = 0,\quad \cos\frac{2\pi}{2} = -1,\ \cos\frac{3\pi}{2} = 0,\quad \cos\frac{4\pi}{2} = +1,$$

on voit que les valeurs de I_l et de $I_{\frac{l}{2}}$ peuvent s'écrire :

$$I_l = \frac{k\omega M}{l}\left\{1 + 2\left(-e^{-\frac{ht\pi^2}{l^2}} + e^{-\frac{4ht\pi^2}{l^2}} - e^{-\frac{9ht\pi^2}{l^2}} + e^{-\frac{16ht\pi^2}{l^2}} - \ldots\right)\right\}$$
$$I_{\frac{l}{2}} = \frac{k\omega M}{l}\left\{1 + 2\left(-e^{-\frac{4ht'\pi^2}{l^2}} + e^{-\frac{16ht'\pi^2}{l^2}} - e^{-\frac{36ht'\pi^2}{l^2}} + \ldots\right)\right\}$$

Or, il est facile de s'assurer que les seconds membi de ces deux égalités seront identiques entre eux, tou les fois qu'on aura $t' = \frac{t}{4}$. Par conséquent, *dans un co ducteur quelconque, dont l'une des extrémités comm nique avec une source électrique de tension constante, l'autre avec la terre, l'état permanent, n'importe comme on le considère, s'établit quatre fois plus vite pour le poi milieu que pour l'extrémité en communication avec le s* loi indiquée par M. Gounelle.

Si au conducteur précédent on en substituait un au de même nature et de même section, mais dont la lo gueur fût moitié moindre, c'est-à-dire égale à $\frac{l}{2}$, l'inte sité $I'_{\frac{l}{2}}$, au bout du temps t', du courant à l'extrémité communication avec le sol, s'obtiendrait en remplaçan dans la relation (5), t par t', et l par $\frac{l}{2}$, ce qui donner

$$I'_{\frac{l}{2}} = \frac{k\omega M}{\left(\frac{l}{2}\right)}\left\{1 + 2\left(-e^{-\frac{ht'\pi^2}{\left(\frac{l}{2}\right)^2}} + e^{-\frac{4ht'\pi^2}{\left(\frac{l}{2}\right)^2}} - e^{-\frac{9ht'\pi^2}{\left(\frac{l}{2}\right)^2}} + \ldots\right)\right\},$$

ou

$$I'_{\frac{l}{2}}=\frac{2k\omega M}{l}\left\{1+2\left(-e^{-\frac{4ht'\pi^2}{l^2}}+e^{-\frac{16ht'\pi^2}{l^2}}-e^{-\frac{36ht'\pi^2}{l^2}}+\ldots\right)\right\}. \quad (7)$$

Le second membre de cette égalité est égal au double du second membre de l'égalité (6), donc $I_{\frac{l}{2}}=\frac{1}{2}\cdot I'_{\frac{l}{2}}$, c'est-à-dire que, *au point milieu du conducteur de longueur* l, *le courant est, pour les mêmes moments, exactement moitié de ce qu'il serait à l'extrémité, en contact avec la terre, d'une ligne moitié moins longue, l'autre extrémité communiquant avec la même source électrique,* loi également indiquée par M. Gounelle.

Il serait intéressant de montrer, à l'aide de la relation (1), comment varie t, lorsqu'on fait varier x de 0 à l, mais ce serait trop long pour les limites de cet article, et je me bornerai à considérer l'intensité du courant à l'extrémité du conducteur qui communique avec la source électrique. Cette intensité se déduit de la formule (1), en y faisant $x=0$, ce qui donne

$$I_0=\frac{k\omega M}{l}\left\{1+2\left(e^{-\frac{ht''i^2\pi^2}{l^2}}+e^{-\frac{4ht''i^2\pi^2}{l^2}}+e^{-\frac{9ht''i^2\pi^2}{l^2}}+\ldots\right)\right\}. \quad (8)$$

On voit d'abord que l'intensité en ce point est toujours supérieure à l'intensité limite $I_1=\frac{k\omega M}{l}$, qu'elle n'atteint qu'au bout d'un temps ∞, tandis qu'à la seconde extrémité et au point milieu du conducteur, l'intensité est toujours inférieure à I_1. Le rapport $\frac{I_0}{I_1}$ est donc toujours supérieur à l'unité, tandis que les rapports $\frac{I_l}{I_1}$, $\frac{I_{\frac{l}{2}}}{I_1}$ sont toujours plus petits que 1, et il n'existe, par conséquent, pas de temps t et t'' pour lesquels ces rapports soient égaux, c'est-à-dire pour lesquels les variabilités propor-

tionnelles soient égales. Mais si l'on convient de prendre, pour les deux extrémités, les variabilités différentielles en sens contraire, c'est-à-dire dans un cas $(I_0 - I_1)$, et dans l'autre $(I_1 - I_l)$, on a la relation suivante :

$$e^{-\frac{ht''\pi^2}{l^2}} + e^{-\frac{4ht''\pi^2}{l^2}} + e^{-\frac{9ht''\pi^2}{l^2}} + \ldots = -e^{-\frac{ht\pi^2}{l^2}} + e^{-\frac{4ht\pi^2}{l^2}} - e^{-\frac{9ht\pi^2}{l^2}} + \ldots$$

entre t et t'', dans le cas où ces variabilités différentielles sont égales, équation qui ne peut avoir lieu qu'autant que t'' est supérieur à t.

Remarque. En faisant dans les formules (5), (6), (8) varier t, t', t'' de 0 à l'∞, on voit qu'au point milieu du conducteur, ainsi qu'à l'extrémité qui est à la terre, le courant, d'abord presque nul, augmente avec t jusqu'à différer aussi peu qu'on veut de la limite I_1, et la formule (1) montrerait facilement que la même chose a lieu pour toute la partie du conducteur comprise entre ces deux points. Au contraire, à l'extrémité qui est en contact avec la source électrique, l'intensité du courant, d'abord presque infinie, diminue quand le temps augmente, et cela jusqu'à différer aussi peu qu'on veut de la limite I_1.

Décharge d'un fil télégraphique par les deux bouts.

Lorsqu'un conducteur télégraphique, parfaitement isolé sur toute sa longueur, est en communication par une de ses extrémités avec la terre, tandis qu'au moyen du manipulateur son autre bout communique avec la pile, la tension de l'électricité le long de ce conducteur, quand l'état électrique est permanent, état que je suppose exister avant la décharge, est donnée (voir le numéro de mai-juin 1859, p. 226) par la relation

$$u = P\left(1 - \frac{x}{l}\right), \qquad (1)$$

dans laquelle P représente la tension du pôle de la pile, l la longueur du fil, et x la distance de la pile à un point quelconque du conducteur.

Lorsqu'on vient à supprimer le contact avec la pile, et à faire communiquer immédiatement cette extrémité avec le sol, l'électricité s'écoule par les deux bouts, et pour étudier les phénomènes de cette décharge, il faut appliquer les formules générales indiquées dans le numéro de mars-avril 1860, pages 142 et 143. L'intensité du courant, à un instant quelconque, est donnée par la relation

$$\frac{k\omega}{l}\left[\mathrm{N}-\mathrm{M}+\sum_{i=1}^{i=\infty} i\pi . e^{-\frac{hti^2\pi^2}{l^2}}\cos\frac{i\pi x}{l}\left\{\frac{2}{i\pi}(\mathrm{N}\cos i\pi-\mathrm{M})+\frac{2}{l}\int_0^l dx\varphi(x)\sin\frac{i\pi x}{l}\right\}\right] \quad (2)$$

dans laquelle ω est toujours la section du conducteur, M et N les tensions aux deux extrémités, et $\varphi(x)$ la fonction qui représente la tension initiale du fil. Dans le cas particulier qui nous occupe, on a $\mathrm{M}=0$, $\mathrm{N}=0$ et $\varphi(x)=\mathrm{P}\left(1-\frac{x}{l}\right)$, ce qui ramène la formule (2) à

$$\mathrm{I}=-\frac{2k\omega\mathrm{P}}{l^3}\int_0^l dx(l-x)\sin\frac{i\pi x}{l}\sum i\pi\cos\frac{i\pi x}{l}e^{-\frac{hti^2\pi^2}{l^2}},$$

et la question se trouve ramenée à calculer l'expression $\int_0^l dx(l-x)\sin\frac{i\pi x}{l}$.

On a

$$\int_0^l dx\,(l-x)\sin\frac{i\pi x}{l}=\int_0^l l dx\sin\frac{i\pi x}{l}-\int_0^l dx.x\sin\frac{i\pi x}{l}$$

$$\int_0^l l dx\sin\frac{i\pi x}{l}=\frac{l^2}{i\pi}(1-\cos i\pi);$$

et en employant la méthode d'intégration par parties, on trouve

$$\int_0^l dx.x\sin\frac{i\pi x}{l}=-\frac{l^2}{i\pi}\left(\cos i\pi-\frac{1}{i\pi}\sin i\pi\right),$$

ou simplement

$$\int_0^l dx.x \sin\frac{i\pi x}{l} = -\frac{l^2}{i\pi}\cos i\pi,$$

puisque $\sin i\pi = 0$. Donc

$$\int_0^l dx(l-x)\sin\frac{i\pi x}{l} = \frac{l^2}{i\pi};$$

et par suite,

$$\mathrm{I} = -\frac{2k\omega \mathrm{P}}{l}\sum \cos\frac{i\pi x}{l}e^{-\frac{hti^2\pi^2}{l^2}}. \qquad (3)$$

on trouverait, par une méthode analogue, que la tension au même instant est donnée par la formule

$$u = 2\mathrm{P}\sum\frac{1}{i\pi}\sin\frac{i\pi x}{l}e^{-\frac{hti^2\pi^2}{l^2}}. \qquad (4)$$

La comparaison de ces formules avec celles qui expriment la tension et l'intensité du courant pendant la charge (voir le numéro de mars-avril 1860, p. 145 et 146) est facile à faire, si on les place en regard les unes des autres, de manière à former le tableau suivant :

CHARGE.	DÉCHARGE.
$u = \mathrm{M}\left\{\left(1-\frac{x}{l}\right) - 2\sum\frac{1}{i\pi}\sin\frac{i\pi x}{l}e^{-\frac{hti^2\pi^2}{l^2}}\right\}$	$u = 2\mathrm{P}\sum\frac{1}{i\pi}\sin\frac{i\pi x}{l}e^{-\frac{hti^2\pi^2}{l^2}}$
$\mathrm{I} = \frac{k\omega \mathrm{M}}{l}\left\{1 + 2\sum\cos\frac{i\pi x}{l}e^{-\frac{hti^2\pi^2}{l^2}}\right\}$	$\mathrm{I} = -\frac{2k\omega \mathrm{P}}{l}\sum\cos\frac{i\pi x}{l}e^{-\frac{hti^2\pi^2}{l^2}}$

Si maintenant on observe que M et P représentent une même chose, la tension du pôle de la pile en communication avec le fil, on voit que pendant la décharge, la tension électrique et l'intensité du courant sont respectivement représentées (sauf les signes qui sont contraires) par les mêmes expressions que les parties variables, avec

le temps, de la tension et de l'intensité du courant pendant la charge du fil. Par suite, au bout d'un temps t après le commencement de la décharge, l'intensité du courant en un point a pour valeur la différence qui existe entre l'intensité du courant lorsqu'il est permanent, et l'intensité du courant en ce point au bout du même temps t après le commencement de la charge; une chose analogue a lieu pour la tension. *Il faut donc, pour décharger par les deux bouts une ligne télégraphique, lorsqu'elle est parfaitement isolée, le même temps que pour la charger jusqu'à ce que l'état électrique du fil soit permanent;* loi indiquée par M. Gounelle.

En représentant les temps par les abscisses et les intensités correspondantes par les ordonnées (planc. II, fig. 3), si OA représente l'intensité limite $\frac{k\omega M}{l}$, les courbes OMN, AM'N' figurent respectivement, pour un même point du conducteur (que je suppose pris entre le milieu et l'extrémité qui est à la terre), les variations de l'intensité du courant pendant la charge et la décharge. La ligne AB étant parallèle à l'axe des abscisses, on a, d'après les formules établies DM' = D'M, EN' = E'N, ... ce qui montre l'identité des deux courbes, qui sur la figure occupent des positions symétriques.

Remarque générale. Les deux propositions dont on vient de donner la démonstration, ainsi que d'autres qui ont été démontrées dans le numéro de mars-avril 1860, supposent que la tension M du pôle de la pile mis en contact avec le fil ne varie pas pendant toute la durée du contact. Or, il n'en est pas ainsi dans la pratique : avant le contact, quand le circuit de la pile est ouvert, la tension M du pôle qui ne communique pas avec la terre, est égale à la force électro-motrice ε de la pile, tandis que, lorsque le

courant est à l'état permanent, cette tension a pour vale
$\frac{\varepsilon . l}{l+\rho} = \frac{\varepsilon}{1+\frac{\rho}{l}}$[1], ρ représentant la résistance de la pile, e
primée en fil identique à celui qui constitue le condu
teur, dont la longueur est l. Quand la résistance ρ
très-petite par rapport à l, la seconde valeur de M est se
siblement égale à ε, M peut alors être considéré com
constante, et par suite les propositions démontrées en
basant sur cette hypothèse sont vraies dans la pratiq
Mais quand ρ n'est pas négligeable devant l, M pren
pendant la durée du contact, une série de valeurs co
prises entre ε et $\frac{\varepsilon}{1+\frac{\rho}{l}}$, et les propositions précédentes
sont plus complétement exactes. Dans un prochain arti
on montrera comment les formules générales et, p
suite, les conséquences qui en découlent doivent être m
difiées lorsqu'on veut tenir compte de la résistance de
pile. J. LAGARDE.

Paris, le 11 juillet 1864.

[1] Voir page 232 du numéro de mai-juin 1859.

OBSERVATIONS

SUR UN PROJET

DE LANGUE TÉLÉGRAPHIQUE UNIVERSELLE

L'idée d'une langue universelle est trop séduisante pour n'avoir pas déjà convié à la recherche bien des esprits inventifs ; mais, sans lui opposer l'orthodoxie qui défend un pareil espoir, n'est-il pas permis de considérer comme impossible de réunir en un seul faisceau toutes ces langues d'origines si différentes? M. Robert pense avoir tourné en partie la difficulté en imaginant une écriture nouvelle basée sur la classification idéologique, qui laisse à chaque langue son idiome propre et qui n'en est qu'une traduction chiffrée et universelle. Sans élever son ambition jusqu'à substituer dès à présent la nouvelle écriture aux moyens ordinaires des relations internationales, il développe l'application de son système à la création d'une écriture télégraphique qui servirait de base à ce qu'il appelle *la télégraphie sériaire* [1].

Je me propose d'exposer ici quelques-unes des observations que la lecture de cet ingénieux travail a soulevées dans ma pensée.

Posons d'abord en principe que les conditions essentielles des transmissions télégraphiques sont d'être rapides et de laisser aux expéditeurs toute la responsabilité de leur rédaction, et examinons sous ce point de vue l'idée dont je m'occupe.

[1] Voir le numéro de janvier-février 1864.

Sans doute la télégraphie a pour mission de transmettre des idées; mais comme une idée n'est émissible que lorsqu'elle est formulée, la télégraphie ne peut la saisir que lorsqu'elle a revêtu en quelque sorte une manifestation matérielle. Pour l'audition, cette manifestation, c'est le langage parlé ; pour la télégraphie, c'est le langage écrit.

M. Robert ne veut pas, et il a raison, obliger tous les peuples qui se servent du télégraphe à n'employer qu'une seule langue. En accordant à chacun d'eux la liberté de se servir de la sienne, il est réduit à charger chaque office télégraphique du soin de traduire la langue de son pays dans une écriture chiffrée de convention internationale et le classement idéologique des symboles qui doivent représenter les termes des pensées est, si je l'ai bien compris, celui qu'il propose.

Mais, en considérant la constitution des langues, il est facile d'apercevoir qu'en dehors d'un certain nombre d'idées simples, un très-grand nombre de pensées usuelles dans un pays sont intraduisibles littéralement dans le langage d'un autre peuple. Ces diverses nuances des mêmes pensées résultent de mœurs, d'habitudes ou de besoins différents. Dès lors n'est-il pas impossible de trouver un terme commun pour représenter des idées qui ne sont pas complétement communes ?

On sera donc arrêté dès le début dans la formation du vocabulaire international; mais ce n'est pas tout. Sans doute la composition d'une dépêche étant faite, il sera facile de la traduire assez rapidement dans le langage ordinaire ; mais quel travail et quelles recherches la composition d'une semblable dépêche exigera-t-elle ! Si le caractère d'une version est d'être toujours plus facile qu'un thème, c'est ici que ce caractère se retrouve avec une énergie désespérante. Dans un vocabulaire ordinaire, la

lassification des mots a lieu suivant une idée simple, un rdre facile à suivre, l'ordre alphabétique ; tandis que dans e vocabulaire de la télégraphie symbolique, la classification suivra un ordre purement idéologique. J'avoue que e ne me rends pas compte des lois qui peuvent régir ce lassement, et dès lors il me semble impossible de me onduire dans la recherche d'un des termes d'une pensée. es lois seront-elles de simples conventions ? Ainsi posée, la uestion se complique de la difficulté de réunir dans une ème entente tant de peuples divers.

Quoi qu'il en soit, lois supérieures résultant du système u règles conventionnelles, il n'est pas douteux qu'il sera ès-difficile et très-lent de les appliquer et de trouver dans vocabulaire l'expression symbolique d'une pensée. Mais vocabulaire ne donnera en quelque sorte que la racine s termes qu'il faudra pour ainsi dire décliner numériement suivant le mode affirmatif ou négatif, probable u douteux, etc., qui doit affecter la pensée à traduire. r, n'est-ce pas là un véritable travail de linguistique, et 'est-il pas moralement et matériellement impossible de effectuer avec la rapidité que réclame toute transmission légraphique ?

Enfin, supposons que d'un commun accord toutes les dministrations aient arrêté un vocabulaire de pensées ommunes aux peuples au milieu desquels elles fonconnent et qu'elles les aient représentées par les mêmes ymboles. Chacune d'elles ne manquera pas, pour simlifier son travail de composition, de classer ces pensées uivant un ordre moins discutable que l'ordre idéograhique, et adoptera vraisemblablement le classement lphabétique suivant l'initiale du principal mot de la penée. Cette conséquence nous amène à établir dans chaque pays un vocabulaire télégraphique semblable au nôtre,

avec cette condition que ces divers vocabulaires auront u partie commune, celle de la traduction. Eh bien ! je demande à tout fonctionnaire qui a traduit et composé d dépêches, n'est-il pas dix fois plus tôt fait de transmettre u télégramme *en clair* que de le composer et de le tradui La peine qu'on se donne en pareille circonstance pour u petit nombre de dépêches, pour celles relatives aux obs vations météorologiques par exemple, est motivée par le nature toute spéciale ou bien par la nécessité d'en assur le secret même à l'égard du personnel télégraphique ; m pour les dépêches privées, cette précaution n'est heure sement pas utile ; je dis plus, elle serait nuisible, car e tendrait à altérer les termes de la transmission.

Ici se présente en effet une autre considération. offices télégraphiques sont en général irresponsables ; c' un avantage auquel ils tiennent à juste titre, mais ils n jouissent qu'à la condition de reproduire littéralement dépêche qu'on leur a confiée, et de laisser à l'expéditeur soin de la rédiger comme il l'entend. Pourquoi donc co promettre une garantie si importante dans le vain esp d'aborder un problème séduisant, il est vrai, mais qu' ne peut résoudre sans risquer de rendre par un sens m difié celui qu'exprimait la dépêche originale, et de reti à celle-ci le cachet que lui a imprimé son auteur.

Le caractère propre de la transmission alphabétique, p les appareils en usage, est de rendre le langage des peu ples de l'Europe et du nouveau monde sans acception d sens ; et cependant cette servilité semble ne plus suffire On demande maintenant à l'électricité de reproduire u fac-simile de la dépêche originale, cette dépêche fût-ell écrite en arabe ou en chinois, fût-elle un dessin. Ce s'explique par le désir des administrations de dégager leu responsabilité morale en offrant aux expéditeurs une fidé

ité indiscutable dans la reproduction de leurs dépêches, et 'est dans ce sens que le sentiment public aussi les entraîne. Ce n'est donc pas le moment d'abandonner cette oie pour revenir à celle depuis longtemps désertée des raductions symboliques.

Je sais que le but que compte atteindre M. Robert est le simplifier tellement la transmission, que les fils actuels ourraient suffire pour écouler un nombre de dépêches ien plus considérable ; mais ne voit-on pas que la tra-uction engendrerait une nouvelle quantité de travail et e dépense sans profit pour la rapidité du service, et par onséquent contraire à toute diminution de taxe? Si on issait à chaque expéditeur le soin de composer lui-même dépêche dans une écriture symbolique, soit d'après système adopté par les offices télégraphiques, soit au oyen d'un vocabulaire convenu avec son correspondant, objection que je viens d'émettre serait plus manifeste ncore.

J'écarterai d'abord la question de savoir si les dépêches rivées pourront jamais être secrètes pour l'administration ui les transmet, et si un intérêt élevé de morale et d'or-re public ne s'opposera pas toujours à faire de l'Etat un essager trop complaisant. Si on me montrait l'Amérique our témoigner de la possibilité d'un tel système, je répon-rais que le moment n'est pas assurément bien choisi our l'imiter. Ce n'est pas aux peuples malheureux ou im-rudents qu'il faut emprunter des institutions.

Maintenant, admettons que le dictionnaire universel soit tabli; sera-t-il possible que deux correspondants situés ux bouts du monde fassent pour s'entendre une étude péciale d'un vocabulaire compliqué; qu'ils acquièrent lans son maniement une habileté suffisante? Enfin, admettons encore qu'ils deviennent des télégraphistes émé-

rites, il ne leur faudra pas moins de temps, sans dc pour composer ou traduire leur dépêche, qu'à un o télégraphique; or, la fortune publique c'est le temp public et surtout de celui qui se sert du télégraphe, serait rétrécir la question que de n'en pas tenir com Il est sans intérêt que le télégraphe soit une fructu entreprise, pourvu qu'il vive. Il doit être avant tout u gane puissant de l'activité humaine. S'il ne s'enrichit il enrichit le pays qui s'en sert, et toute la question e ne pas faire de sacrifice inutile.

J'ai fait abstraction ici des difficultés plus grande transmissions, des chances d'erreur et de l'impossib d'y porter remède en temps utile. A quel résultat manifeste encore serais-je arrivé si j'en avais tenu com

S'il est un cas où ce système soit applicable, c'es télégraphie sous-marine; là, la condensation de l'éle cité et la difficulté de son écoulement nous ramènent la lenteur de la télégraphie aérienne, et il est nat d'employer les mêmes moyens. Mais lorsqu'on pos des appareils qui transmettent sur le continent cent quante signaux à la minute, et qu'on peut, comm l'espère, en décupler la puissance, sans compromettr la faculté du contrôle ni celle des corrections rapides pense que c'est une erreur que de rechercher dans autre voie que celle du perfectionnement des instrume le principe de la vulgarisation du télégraphe.

Enfin veut-on réduire l'application de la télégrap sériaire à une usage restreint à un certain nombre de pêches d'un emploi fréquent, et ayant à peu près la mê forme, alors je me borne à opposer l'expérience. Il n' peut-être pas une seule compagnie de chemin de fer q ne l'ait tentée. Je n'en connais pas une qui ait réussi. compagnie d'Orléans, qui étend son réseau sur la moit

de l'Empire, a fait dans ce sens des efforts aussi persévérants qu'infructueux, et l'évidence des faits l'a obligée à revenir à la transmission ordinaire. Cependant, c'était le cas ou jamais d'employer une transmission symbolique ; car il ne s'agissait que d'un objet, le chemin de fer ; et on n'opérait que dans une seule langue ; et le vocabulaire ne se composait que d'un feuillet, et pourtant on y a renoncé. Or les compagnies s'entendent en exploitation ; soyons donc aussi sages qu'elles.

Je pense, en concluant, qu'il est prudent de ne pas suivre la voie que M. Robert a indiquée, et que c'est du côté des perfectionnements dont le matériel télégraphique est encore susceptible que doivent se porter les efforts. C'est en créant, en inventant des appareils nouveaux plus rapides et plus exacts, qu'on résoudra la question du développement du mouvement télégraphique et celle de l'abaissement des tarifs.

De Lafollye.

Tours, février 1864.

RAPPORT A L'EMPEREUR

RELATIVEMENT

AU CODE COMMERCIAL DES SIGNAUX

SIRE,

La pensée d'une langue maritime universelle, offrant à toutes les nations un moyen uniforme de communiquer sur mer, a été depuis longtemps, en Angleterre comme en France, l'objet de laborieuses recherches.

La réalisation de cette pensée, possible aujourd'hui, grâce à l'accord qui s'est établi à ce sujet entre votre gouvernement et celui de Sa Majesté Britannique, sera un nouveau signe de la civilisation de notre époque, et je viens demander à l'Empereur de vouloir bien la sanctionner.

Déjà, Votre Majesté, en approuvant la convention conclue avec la Grande-Bretagne pour l'établissement de feux réglementaires à bord des bâtiments des deux marines, a pu, par son décret du 25 octobre 1862, prévenir bien des sinistres.

Les règles prescrites par cette convention, à laquelle nous avons convié les autres gouvernements à adhérer, — observées maintenant par la plupart des nations maritimes — ont, en diminuant les chances de funestes abordages, épargné bien des pertes au commerce et bien des regrets à l'humanité.

Nous devons l'espérer, Sire, il obtiendra aussi l'adhésion des autres pays, le règlement qui a pour but d'éta-

blir des signaux compris de toutes les marines, et qui a reçu l'approbation de l'Amirauté anglaise, du *Board of Trade* et de mon département. Dans quelque temps, sans doute, tous les navires, à quelque nation qu'ils appartiennent, quelle que soit la langue que parlent leurs équipages, pourront échanger entre eux des avis, des demandes dont l'importance se mesure sur les besoins et les dangers de la navigation ; ils pourront, lorsqu'ils seront en vue des côtes sur lesquelles des sémaphores seront établis, donner d'utiles renseignements, attendre ceux qu'il leur importerait d'avoir pour leurs opérations, réclamer les secours qui leur seraient nécessaires, enfin, interroger les derniers avertissements de la météorologie.

C'est aux travaux faits depuis près de cinquante ans pour créer un recueil général de signaux que la commission[1] nommée par les deux gouvernements français et anglais a dû se référer pour l'adoption du code unique qu'elle avait mission de proposer.

Ces travaux étaient nombreux. Déjà, en 1818 et 1820, paraissaient en Angleterre, qui la première était entrée dans cette voie, les codes marchands de *Tynn* et de *Squire ;* en 1836, celui de *Philipp*. Le plus connu de ces ouvrages a été longtemps celui du capitaine *Marryat,* dont la dernière édition (1854) est contemporaine du code français *Reynold*, ainsi que du code américain *Rogers*.

Mais, au milieu de cette variété d'ouvrages, le besoin d'un seul code n'en était que plus manifeste ; les commu-

[1] Cette commission était composée de MM. le contre-amiral de la Roncière le Noury, président ; le capitaine de vaisseau de la marine royale britannique J.-E. Commerell ; de M. W.-F. Larkins, du *Board of Trade ;* de M. le capitaine de frégate Grivel ; de M. le lieutenant de vaisseau Julien, et de M. le lieutenant de vaisseau Sallandrouze, de la Mornaix, secrétaire.

nications étaient demeurées à peu près impossibles entre les divers navires des diverses nations : aussi le *Board of Trade* désignait-il, en 1855, un comité composé de sommités commerciales et d'officiers de la marine royale chargés d'étudier la question. Ce comité, dans lequel figuraient les noms, considérables dans la science, des amiraux Beechey et Fitz-Roy, formula, en 1856, un projet de code universel. Edité à la suite d'un laborieux examen de treize livres de signaux appartenant à diverses nations, et mis en ordre par M. Larkins, du *Board of Trade* et secrétaire du comité, ce code, qui offrait toutes les garanties désirables et par le nombre de signaux qu'il renfermait, et par le soin avec lequel ils avaient été classés, a été accepté à l'unanimité par la commission comme celui qui, désormais, devait être adopté.

Toutefois, la commission y a introduit des modifications nécessaires pour que les navires puissent communiquer à grande distance, et se mettre facilement en rapport avec les sémaphores ; et aujourd'hui, tel que j'ai l'honneur de le soumettre à l'approbation de Votre Majesté, il offre un recueil complet et d'un usage facile.

Au moyen de dix-huit pavillons combinés deux à deux, trois à trois et quatre à quatre, on obtient plus de soixante-dix-huit mille combinaisons, nombre plus que suffisant pour exprimer toutes les communications nécessaires à la mer, et pour signaler les noms des bâtiments de guerre et de commerce des différentes nations ; enfin, pour les signaux de grande distance, un nombre également suffisant de combinaisons est obtenu par l'emploi de trois boules et de deux pavillons.

Ainsi, tous les navires munis du matériel nécessaire et dont le prix est fort modique [1] pourront, lorsque le code

[1] Environ 150 francs.

des signaux et la liste des navires des divers pays auront été publiés et traduits, communiquer entre eux sur toutes les mers du globe.

C'est donc avec confiance que je viens soumettre à Votre Majesté un décret qui sanctionne l'adoption d'un code unique de signaux entre la France et l'Angleterre; sans doute les autres peuples s'empresseront de l'adopter à leur tour, comme ils l'ont fait pour le règlement sur les feux; et ainsi se trouvera atteint ce but depuis longtemps poursuivi, de la création d'une langue maritime universelle, qui répond si bien aux pensées libérales de l'Empereur!

Je suis, avec le plus profond respect,

Sire,

De Votre Majesté,

Le très-humble, très-obéissant serviteur et fidèle sujet,

Le ministre de la marine et des colonies,
Comte P. de Chasseloup-Laubat.

(*Moniteur*, 7 juillet.)

APPLICATIONS DIVERSES

DE LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE

Lumière électrique sous l'eau. — Des expériences récemment faites à bord d'un bâtiment à voiles, entre Dunkerque et Ostende, ont montré l'extrême facilité de l'emploi de la lumière électrique sous l'eau.

L'électricité était fournie par une machine magnéto-électrique de l'*Alliance* [1], mise en mouvement par une machine à vapeur. La lampe employée était du système breveté de M. Gramme ; elle était placée dans une sorte de lanterne parfaitement étanche et mise en communication avec la machine magnéto-électrique par un câble contenant deux conducteurs en cuivre de 4 millimètres de diamètre, recouverts de gutta-percha. Les expériences étaient dirigées par M. Joseph Van Malderen, contre-maître de la Compagnie l'*Alliance*.

La lumière se produisant dans une atmosphère limitée, il arriva au bout d'un temps assez court, comme on pouvait le prévoir, que l'oxygène de l'air étant consommé, la flamme qui accompagne généralement l'arc voltaïque disparut ; mais la lumière n'en fut pas diminuée, et l'usure des charbons en fut notablement ralentie. On peut calculer que des charbons, qui à l'air libre devraient être remplacés au bout de quatre heures, durent en vase clos sept heures et demie. C'est là, on le comprend, un avan-

[1] Voir la description de cette machine dans les *Annales télégraphiques*, numéro de novembre-décembre 1862.

tage très-important, puisqu'avec des lampes d'une grandeur moyenne, on pourra prolonger l'éclairage pendant sept heures et demie sans interruption.

Dans les expériences de Dunkerque, la lampe a été descendue à une profondeur maximum de 65 mètres ; la mer paraissait fortement phosphorescente aux expérimentateurs placés à bord du navire. Quand la lampe n'était qu'à 20 mètres de profondeur, cette lueur paraissait s'étendre sur un cercle de 500 mètres de rayon.

L'éclairage a été prolongé pendant cinq heures et aurait pu l'être davantage sans interruption. On sait combien jusqu'à ces derniers temps l'imperfection des lampes employées à l'éclairage électrique en rendaient fréquentes les interruptions ; à ce point de vue, les expériences de Dunkerque sont fort intéressantes, car les petites corrections qu'on fait constamment au réglage d'une lampe, dans les conditions des expériences ordinaires, étaient radicalement impossibles.

Il est presque certain que si on avait employé la pile au lieu de la machine magnéto-électrique pour produire l'électricité, l'expérience aurait moins bien réussi ; car la pile est toujours inconstante, et il aurait fallu donner au réglage de la lampe une certaine latitude qu'il est fort difficile d'obtenir ; au contraire, la machine magnéto-électrique, pourvu qu'elle ne fasse pas moins de 300, ni plus de 400 tours par minute, fournit l'électricité avec une constance absolument parfaite.

On sait quelle est la difficulté de l'éclairage sous l'eau par les moyens anciens ; l'obligation de renouveler l'air nécessaire à la combustion d'une lampe ordinaire constitue un embarras que l'emploi du nouveau système supprime complétement. Il y a donc là ,croyons-nous, une application fort sérieuse et fort utile de la lumière élec-

trique. De nouvelles expériences vont être faites très-prochainement à Nantes et à Lorient pour faciliter l'exécution de travaux sous-marins dans ces ports ; leur réussite n'est pas douteuse.

Lumière électrique dans les phares. — Un phare est installé au Havre, dans lequel la lumière électrique est employée et donne les meilleurs résultats [1]. Quoique l'appareil optique soit fort petit (il est de ceux qu'on appelle *feux de port*), l'éclairage est plus fort qu'avec un appareil optique dit de *premier ordre.*

Cet essai permet de supputer l'économie qu'on réalisera par l'adoption de la lumière électrique.

Un appareil optique de premier ordre coûte, avec ses lampes, environ.	90,000 fr.

L'appareil nouveau composé de :

Un appareil optique avec lampes électriques. . .	10,000 fr.
Deux machines magnéto-électriques.	16,000
Deux machines à vapeur.	6,000
Coûte au total.	32,000 fr.

Dans les phares tournants, la machine à vapeur permettra de supprimer l'appareil d'horlogerie très-coûteux qui donne le mouvement de rotation à l'appareil optique. De plus, on réalisera une importante économie sur la construction de la tour, qui devait être très-large pour recevoir à son sommet un appareil optique de premier ordre, qui est d'un poids et d'un volume considérables, et qui n'aura plus à porter qu'un appareil fort petit.

Lumière électrique à bord des navires. — La Compagnie l'*Alliance* a fait de nombreuses expériences à bord des va-

[1] Voir le rapport du directeur du service des phares, M. Reynaud, dans le numéro de juillet-août 1863.

peurs de l'Etat, et a obtenu en général de bons résultats. Ces expériences n'ont jamais péché que par les lampes et les charbons. Elles vont être reprises avec une nouvelle lampe imaginée par M. Foucault, en vue de cette application spéciale.

Sur les bâtiments à vapeur il y a de puissants moteurs. La dépense de force nécessaire pour mouvoir la machine électro-magnétique, et par suite pour produire la lumière, peut être considérée comme nulle.

Quelle sécurité ne donnerait pas une pareille lumière par les temps de brouillard épais, alors que les lumières ordinaires se voient à peine et que la tempête empêche d'entendre le sifflet qu'on fait fonctionner continuellement, afin d'avertir les navires qui pourraient passer dans le voisinage ! Ce sont les bâtiments à vapeur dont il importe surtout d'éclairer la marche, car, à cause de leur masse et de leur vitesse, ils peuvent causer dans un abordage d'énormes avaries.

Lumière électrique dans les mines. — La lumière électrique est aujourd'hui employée dans les ardoisières d'Angers; elle convient parfaitement à cette exploitation, à cause des grandes dimensions des chambres où se fait l'extraction.

Elle ne conviendrait pas aussi bien à des exploitations par galeries étroites comme celles des houillères.

L. Breguet.

DES

LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES BELGE

EN 1862 ET 1863.

SITUATION, RÉSULTATS ET RENSEIGNEMENTS DIVERS

PAR M. J. VINCHENT,
Ingénieur en chef, directeur des télégraphes.

(Extrait des *Annales des travaux publics de Belgique.*)

(Suite et fin [1].)

Résultats de l'exploitation.

Résumé des opérations en 1862 *et* 1863.

Nous avons cité, en commençant, les faits importan auxquels le service des télégraphes belges doit un dév loppement considérable de correspondances, faits do l'influence s'est exercée dès le commencement de l'ann 1863. La comparaison des résultats de cette année av les deux précédentes offre donc un intérêt tout spécia On en jugera par les chiffres suivants :

CORRESPONDANCES DES GOUVERNEMENTS ET DES PARTICULIERS.

	NOMBRE DE TÉLÉGRAMMES.		
	1861.	1862.	1863.
Entre deux bureaux belges (*service intérieur*).	97,945	105,274	188,82
Entre un bureau belge et un bureau étranger (*service international*). .	115,121	129,935	162,17
Entre deux bureaux étrangers (*service de transit*).	55,902	56,578	65,11
Totaux. . . .	268,968	291,787	416,11

[1] Voir p. 252 et 384.

RECETTES AU PROFIT DES LIGNES BELGES.

	1861. fr. c.	1862. fr. c.	1863. fr. c.
Service intérieur. . . .	171,225 78	176,643 25	211,063 63
— international. .	257,748 06	280,449 31	277,266 28
— de transit.. . .	159,558 82	147,952 30	124,033 10
Totaux. . . .	588,532 66	605,044 86	612,363 01

PRODUIT MOYEN PAR TÉLÉGRAMME.

	1861. fr. c.	1862. fr. c.	1863. fr. c.
Service intérieur.	1 75	1 68	1 12
— international.	2 24	2 16	1 71
— de transit.	2 85	2 61	1 90
Moyennes générales	2 19	2 07	1 47

Pour mettre les effets en relation avec les causes, il est indispensable de considérer en particulier chaque catégorie de relations.

Service intérieur.

Réduction de 1 fr. 50 c. à 1 franc par télégramme simple de 20 mots ou moins. Réduction de 1 fr. 68 c. à 1 fr. 12 c. par télégramme en moyenne, en tenant compte des télégrammes de plus de 20 mots, d'ailleurs en très-petit nombre.

La taxe ancienne étant de 50 pour 100 plus élevée que la nouvelle, il fallait 50 pour 100 de correspondances en plus pour atteindre la même recette. Il y a eu, en plus, 83,551 télégrammes ou 79 pour 100. Le produit a été dépassé de 34,420 fr. 38 c. ou de 19 et demi pour 100.

Ce résultat, pour une première année, dépasse les espérances que l'on pouvait concevoir, d'après les effets des réductions précédentes. En rendant compte, il y a deux ans, de l'influence exercée par le nouveau tarif de la Bel-

gique avec l'Angleterre par Ostende (5 francs pour Londres, 6 fr. 25 c. pour les autres localités du Royaume-Uni, au lieu de 9 francs, taxe uniforme précédente), nous constations qu'une diminution de tarif de 80 pour 100 vers Londres [1] n'avait produit que 50 pour 100 de mouvement en plus, défalcation faite de la progression continue du nombre de correspondances, telle qu'on la constate lorsque le tarif ne change pas. Il semblait résulter de cette expérience que l'augmentation de trafic due à une réduction de tarif n'est pas suffisante pour obtenir, dès la première année, le même produit qu'auparavant.

Cette théorie, qui demeure applicable aux relations à longue distance et de pays à pays, ne s'est pas vérifiée dans notre trafic intérieur, puisqu'une réduction de 50 pour 100 a augmenté ce trafic de 79 pour 100, en produisant un accroissement de recette. Il est facile de se rendre compte de cette différence d'effets. Une réduction de tarif développe les correspondances qui résultent de relations d'affaires ou de famille préexistantes; mais elle ne crée pas de nouvelles relations. Supposons, par exemple, que la taxe du télégramme de Bruxelles à Constantinople, qui est actuellement de 22 fr. 50 c., soit réduite à 1 franc. Non-seulement il n'en résultera pas un trafic comparable

[1] Nous évaluons toujours une réduction en tantième de la taxe nouvelle réduite, et non d'après l'ancien tarif, lorsqu'il s'agit d'indiquer en regard le résultat comme augmentation de mouvement. Si nous disons, par exemple, que la nouvelle taxe de 1 franc comporte une réduction de 50 pour 100, l'ancienne étant de 1 fr. 50 c., on comprend tout de suite qu'il faut 50 pour 100 de télégrammes en plus pour obtenir la même recette. Là où il fallait 100 télégrammes pour produire 150 francs, il en faut maintenant 150 pour retrouver la même somme. Cette similitude de chiffre n'existerait pas si, prenant pour point de départ la taxe la plus élevée, on disait : réduction du tiers ou 33 pour 100.

à celui qui existe entre Bruxelles et les principales villes de Belgique et des pays voisins, mais encore on peut se hasarder à prédire que les correspondances actuelles avec Constantinople ne seront pas sensiblement augmentées, et cela, faute de relations suffisantes. En Belgique, au contraire, où les relations de famille et d'affaires sont très-multipliées, il a suffi d'une diminution de 50 centimes, pour faire adopter la voie télégraphique dans une foule de circonstances où l'on s'en passait autrefois. L'application de l'unité monétaire, sans appoint, à la grande généralité des cas, a également un certain effet sur l'imagination. En somme, les résultats de la mesure ont dépassé nos prévisions. Mais il ne faut pas oublier qu'une augmentation considérable de trafic n'a point lieu sans accroissement de dépense ; que l'affluence entraîne nécessairement des retards, un service moins bien fait ; que la marchandise livrée au public perd en qualité en diminuant de prix. Nous reviendrons sur ce dernier point. Quant à l'augmentation de dépense, il n'est pas encore temps de l'évaluer par unité de travail. Les mesures générales qui ont modifié récemment la position des employés de l'Etat ont exercé, sous ce rapport, une influence tout à fait indépendante de la question de trafic. D'ailleurs il est préférable d'attendre que la mesure dont nous nous occupons ait produit tous ses effets.

Service international.

1. Pays-Bas. — Réduction à 2 francs par télégramme simple, à dater du 1er octobre 1862. La taxe moyenne actuelle est de 2 fr. 40 c., soit 1 fr. 20 c. pour chaque office. L'ancienne taxe moyenne était de 3 fr. 97 c., soit 1 fr. 60 pour la Belgique et 2 fr. 34 pour l'office voisin.

La réduction est de 65 pour 100 de la nouvelle taxe. Sur la part belge, en particulier, la diminution n'est que de 36 pour 100.

Pour comparer les résultats, il faut ne tenir compte que des neuf premiers mois de 1863, en les comparant à la même période en 1862, les trois derniers mois de cette année précédente ayant eu déjà le tarif réduit :

	NOMBRE DE TÉLÉGRAMMES.	RECETTES (part belge). fr. c.
Du 1er janvier au 30 septembre 1862.	16,034	26,175 08
— — 1863.	21,865	26,131 65
Différences.	+5,831	— 43 43
Augmentation de mouvement.	36 p. 100	

On voit donc que, dans ces relations, une réduction de 65 pour 100 sur la taxe moyenne totale a donné lieu à 36 pour 100 de correspondances en plus. Comme, par suite de l'inégalité des zones de l'ancien tarif, il se trouve que la part belge a été réduite de 36 pour 100, le produit a été maintenu, à quelques francs près.

La comparaison qui précède ne comprend pas les relations dites *frontières*, c'est-à-dire les télégrammes échangés entre un bureau belge et un bureau néerlandais distant de 50 kilomètres ou moins. Elle étaient taxées à 1 fr. 50 c. en 1862; le tarif actuel est de 1 franc, depuis le 1er janvier 1863. Le partage de ces taxes est égal entre les deux offices. C'est donc, comme dans le service belge intérieur, une réduction de 50 pour 100.

	NOMBRE DE TÉLÉGRAMMES.	RECETTES (part belge). fr. c.
Du 1er janvier au 30 septembre 1862.	4,104	3,898 80
— — 1863.	6,580	4,013 80
Augmentations.	+2,476	+115 »
Taux des augmentations. . .	60 p. 100	3 p. 100

Il s'agit ici de courtes distances et, principalement, de deux centres d'affaires et de navigation, Anvers et Flessingue, qui ont beaucoup de relations. Aussi voit-on une réduction de tarif de 50 pour 100 augmenter le trafic de 60 pour 100, tandis qu'on n'a pu obtenir que 36 pour 100 de plus avec Amsterdam, par exemple, où la diminution de taxe était beaucoup plus forte.

B. France. — Réduction à 3 francs par télégramme simple, dont un tiers pour la Belgique, deux tiers pour l'office voisin. Les taxes moyennes et les réductions proportionnelles sont les suivantes :

	TAXES MOYENNES		Taux de réduction.
	Anciennes. fr. c.	Nouvelles. fr. c.	
Part belge.	2 34	1 21	93 p. 100
— française.	3 68	2 42	52 —
Taxes totales.	6 02	3 63	66 p. 100

Les résultats pour les huit derniers mois à comparer, sont :

	NOMBRE DE TÉLÉGRAMMES.	RECETTES (part belge). fr. c.
Du 1er mai au 31 décembre 1862. . .	26,456	61,907 04
— — 1863. . .	37,185	45,271 97
Différences.	+10,621	—16,635 07
Taux des différences.	+39 p. 100	—26 p. 100

Quelques explications sont nécessaires pour faire apprécier les faits dont les chiffres précédents sont la traduction pure et simple. On se demande comment la France, territoire étendu, a moins perdu que la Belgique en sacrifiant le système des zones. La réponse est dans ces quelques mots : Nos relations télégraphiques avec la France sont en très-grande majorité des correspondances avec

Paris. Cette capitale était dans la deuxième zone par ra
port à notre frontière. Anvers et Liége étaient dans
même cas : la taxe de 6 francs entre ces villes et Pa
était partagée en deux parties égales ; la taxe belge tom
de 3 francs à 1 franc et la taxe française seulement
3 francs à 2 francs. Dans les relations de notre premiè
zone avec Paris, la perte est d'un tiers pour chaque offi
Sur l'ensemble, le sacrifice fait par l'office belge est do
le plus important.

Mais les parts françaises de 6 francs et de 7 fr. 50
pour Marseille et Bordeaux, actuellement réduites
2 francs, n'ont-elles exercé aucune influence ? Aucun
en ce sens que nos relations télégraphiques avec le mi
de la France étaient insignifiantes et sont demeuré
telles, malgré l'énorme différence des deux tarifs. No
velle confirmation du principe énoncé plus haut, à prop
du développement de nos correspondances intérieures.

Il est facile de concevoir dès lors que l'augmentati
de mouvement étant de 39 pour 100 seulement, il y a e
26 pour 100 en moins sur la recette belge. L'office fra
çais a été également en perte, mais dans une proportio
moins forte. Ce résultat ne doit point faire regretter l
mesure ; les avantages qu'elle accorde au public dépa
sent de beaucoup le sacrifice ; la réunion des tarifs inté
rieurs des deux pays était indiquée dans cette circonstanc
et, si l'on tient compte de la différence de territoire, l
partage qui résulte du nouveau tarif peut être considér
comme équitable, surtout en faisant abstraction de
avantages exceptionnels que l'office belge trouvait dans
l'application du système des zones, servant de base à
l'ancien tarif.

Les relations-frontières avec la France sont taxées à
1 fr. 50 c. par télégramme simple, soit 75 centimes pour

chaque office. Il n'y a pas eu de changement de tarif. Le mouvement des huit derniers mois de 1863 a dépassé de 7 pour 100 celui de la même période en 1862. Cette augmentation résulte du développement graduel de la correspondance télégraphique et ne s'applique d'ailleurs qu'à des relations peu importantes.

C. Royaume-Uni (Angleterre, Ecosse, Irlande). — Pas de changement de tarif. La ligne télégraphique sous-marine d'Ostende à Douvres ayant été interrompue pendant plusieurs mois, les correspondances de la Belgique avec le Royaume-Uni ont passé tantôt par la France, tantôt par la Hollande. Il en est résulté, d'une part, un service moins rapide qui éloignait le public, d'autre part, une diminution de la taxe de l'office belge, qui supportait en partie les frais du détour. Ces circonstances expliquent le résultat suivant :

	NOMBRE DE TÉLÉGRAMMES.	RECETTES (part belge). fr. c.
1862 (année entière)......	24,318	54,474 60
1863 —	27,375	52,278 35
Différences.........	+3,057	—2,196 25
Taux des différences....	+12 ½ p. 100	—4 p. 100

D. Relations internationales non comprises dans les trois articles précédents (Pays-Bas, France et Royaume-Uni).

	NOMBRE DE TÉLÉGRAMMES.	RECETTES (part belge). fr. c.
1862 (année entière)......	39,229	97,617 01
1863 —	43,734	106,673 43
Augmentation.......	4,505	9,056 42
Taux d'augmentation...	11 ½ p. 100	9 p. 100

Ces relations n'ont été l'objet d'aucune mesure nou-

velle. Les recettes s'accroissent généralement dans une proportion un peu moins élevée que le mouvement, parce que le public prend, de plus en plus, l'habitude de renfermer ses correspondances dans la limite de 20 mots, qui correspond à la taxe simple.

Service de transit.

Les correspondances télégraphiques transitant par la Belgique, n'augmentent pas dans la même proportion que le trafic intérieur et international. Quant aux recettes de cette partie, elles diminuent d'année en année. Ces faits réclament quelques mots d'explication.

Lorsqu'en 1850, 1851 et années suivantes, les premières lignes télégraphiques du continent européen furent ouvertes aux correspondances privées, la Belgique se trouvait être l'intermédiaire obligé des relations entre la France d'une part, la Hollande et l'Allemagne d'autre part. L'établissement du câble sous-marin d'Ostende, en 1853, lui donna de même tout le transit entre l'Angleterre et l'Allemagne. A cette époque, les télégrammes étaient peu nombreux dans toutes les directions, mais l'application du système de zones résultant des conventions internationales donnait à notre territoire des taxes de transit de 5 francs et même de 7 fr. 50 c. De là un produit élevé avec peu de travail.

Cette situation ne tarda pas à se modifier. Le développement des communications nouvelles s'opéra en même temps que l'habitude de correspondre par télégraphe. Des voies parallèles s'ouvrirent au nord, au sud et à l'est de notre territoire, et, en même temps, les tarifs internationaux furent graduellement réduits.

Grâce à une large participation à ces réductions et au

développement général du trafic sur toutes les lignes, l'office belge a conservé certains transits, a augmenté même le nombre total des correspondances de cette catégorie, mais en réduisant d'année en année la taxe moyenne et le produit total. C'est ainsi que l'ouverture d'une nouvelle ligne télégraphique, franchissant notre frontière française près de Givet, a fait réduire à une zone au lieu de deux, par l'application des traités internationaux, le transit entre la France d'une part, les Pays-Bas et l'Allemagne d'autre part. Ce transit est taxé, depuis le 16 novembre 1862, à 1 fr. 50 c. au lieu de 3 francs. Si la réduction n'avait pas eu lieu, les correspondances de cette catégorie auraient trouvé une voie plus économique, quoique moins directe, en franchissant la frontière franco-prussienne. Voici les résultats de la mesure, indiquée par le trafic des neuf premiers mois des deux années :

	FRANCE-PAYS-BAS		FRANCE-ANGLETERRE (par le câble de La Haye).		FRANCE-ALLEMAGNE (Nord-Ouest).	
	Télégr.	Recettes. fr.	Télégr.	Recettes. fr.	Télégr.	Recettes. fr.
1862.	5,901	19,118	5,901	21,320	799	3,242
1863.	9,272	14,925	9,199	16,768	4,329	7,598
Différences . . .	+3,371	—4,193	+3,298	—4,552	+3,530	+4,356
— p. 100.	+57	—22	+56	—21	+442	+134

Pour apprécier ces résultats, il faut considérer non la recette précédente, mais le fait que cette recette eût été supprimée, sans la réduction du tarif.

Transit anglo-allemand. — Ce service a été supprimé de fait, pendant plusieurs mois de l'année 1863, par suite des interruptions du câble d'Ostende. En voici le résultat :

	TÉLÉGRAMMES.	RECETTES.
		fr. c.
1862 (année entière).	31,421	77,841 61
1863 —	21,496	49,122 29
Différences.	—9,925	—28,719 32
— pour 100.. . .	—31 1/2	—35 1/2

Autres transits. — La réduction de tarif opérée, depuis le 1er octobre 1862, dans nos relations avec la Néerlande, a été appliquée aux correspondances échangées exceptionnellement entre ce pays et l'Angleterre, par la voie d'Ostende. Les télégrammes entre le bureau néerlandais de Terneuzen et les autres bureaux du même royaume, ne peuvent passer que par les lignes belges. Ce transit auquel était appliquée la demi-taxe frontière de 75 centimes, a été réduit à 50 centimes, en même temps que les autres relations-frontières. Ces circonstances ont exercé sur les transits non relatés ci-dessus une influence analogue à celles que nous venons de constater : beaucoup plus de correspondances avec un peu plus de produit. Voici les résultats des deux années :

	TÉLÉGRAMMES.	RECETTES.
		fr. c.
1862 (année entière)	6,876	15,076 36
1863 —	11,026	18,205 90
Augmentation..	4,150	3,129 54
— pour 100 . .	60	21

Les détails qui précèdent ont eu pour but d'isoler et de caractériser l'influence exercée sur le trafic de nos télégraphes, par les mesures qui ont modifié, d'un exercice à l'autre, nos tarifs les plus importants. Le résultat général se traduit, de 1862 à 1863, par 43 pour 100 de télégrammes en plus, avec un accroissement de recette d'à peu près 1 pour 100.

Si l'on considère les avantages importants que ces me-

sures ont accordé au public, on reconnaîtra que la conservation pure et simple du produit, pendant la première année d'application, est un résultat relativement favorable. Mais il ne faut pas oublier que les dépenses doivent nécessairement augmenter avec le trafic, non pas dans la même proportion, mais dans une mesure plus étendue peut-être que dans tout autre service. Certaines relations, il est vrai, se développent de manière à utiliser plus complétement les moyens de transmission déjà préparés, mais elles forment l'exception. La grande généralité des correspondances en plus se porte sur les lignes d'affluence et aux heures d'affluence. De là, nécessité absolue d'augmenter les lignes, les appareils et le nombre d'employés. Pour faire de la télégraphie à bon marché, il faudrait pouvoir répartir les correspondances entre les différents points du réseau, d'après les fils disponibles, et écouler pendant la nuit le trop plein de la journée précédente. On comprend que ce n'est pas possible, et en Belgique moins que partout ailleurs.

En effet, l'utilité d'une dépêche télégraphique se mesure ordinairement par le temps qu'elle gagne sur la poste ou le chemin de fer. Entre les principaux centres de population et d'affaires de notre pays, il y a très-peu de distance, des communications rapides, des occasions fréquentes, de nombreuses distributions postales. Il est naturel, par conséquent, que le public exige du télégraphe une promptitude plus grande entre Bruxelles, Anvers, Gand, Liége, etc., qu'entre les villes principales des autres pays. Cependant, les conditions du travail télégraphique sont absolument les mêmes et les difficultés ne sont pas moins grandes entre les villes que nous venons de citer qu'entre Paris, Lille, le Havre, Bordeaux, Marseille ou Lyon. Dans ces dernières relations, un délai d'une heure, ou même

plus, laisse au télégramme un avantage immense sur le courrier ordinaire. Il n'en est pas de même en Belgique.

Nous ne saurions trop répéter que, dans toutes les exploitations télégraphiques, et surtout pour le réseau belge, une augmentation notable de trafic entraîne une augmentation notable de dépense, sous peine de déchoir et de mécontenter le public.

Le relevé qui suit nous dispense d'entrer dans de plus grands développements. Il montre qu'en 1863, la recette nette (4e colonne) est au-dessous de tous les produits nets antérieurs depuis 1852. En inscrivant dans la 5e colonne les capitaux employés successivement à l'établissement et à l'extension des lignes et des appareils télégraphiques, on constate, il est vrai, que ces capitaux ont été successivement amortis.

EXERCICES.	MONTANT DES RECETTES.	DÉPENSES ANNUELLES de personnel et d'entretien.	EXCÉDANT DES RECETTES sur les dépenses annuelles.	CAPITAUX DÉPENSÉS répartis approximativement.	DÉPENSES NON AMORTIES par les recettes.	EXCÉDANT DES RECETTES sur les dépenses totales.
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr.	fr. c.
1850-1851	88,674 65	59,116 04	29,558 61	250,000 »	220,441 39	» »
1852	165,973 63	52,947 75	113,025 88	50,000 »	» »	63,025 88
1853	265,536 47	70,735 62	195,500 85	100,000 »	» »	95,500 85
1854	280,845 62	89,795 01	191,050 61	50,000 »	» »	141,050 61
1855	265,939 67	111,500 »	154,439 67	50,000 »	» »	104,439 67
1856	359,579 95	132,599 84	226,980 11	70,000 »	» »	156,980 11
1857	407,011 67	177,671 44	229,340 23	105,500 »	» »	123,840 23
1858	413,926 55	219,391 36	194,535 19	74,500 »	» »	120,035 19
1859	506,006 44	265,343 69	240,662 75	110,000 »	» »	130,662 75
1860	527,743 73	332,500 »	195,243 73	71,000 »	» »	124,243 73
1861	588,532 66	363,261 33	225,271 33	45,000 »	» »	180,271 33
1862	605,044 86	405,300 »	199,744 86	110,500 »	» »	89,244 86
1863	612,363 01	469,500 »	142,863 01	184,280 20	41,417 19	» »
	5,087,178 91	2,748,962 08	2,338,216 83	1,270,780 20	261,858 58	1,329,305 21

N. B. Les recettes des cinq premières années diffèrent quelque peu des chiffres produits antérieurement. Cette différence provient des rectifications des offices étrangers, qui n'avaient pas été introduites dans les notices précédentes. Les sommes ci-dessus sont conformes aux recettes définitives.

Ainsi, en retranchant de la somme des excédants des recettes sur les dépenses totales, soit. . . .	1,329,305f 21
les dépenses non amorties par les recettes pendant les années 1850, 1851 et 1863.	261,858 58
Il reste.	1,067,446 63

C'est-à-dire plus d'un million rentré au Trésor. Ce résulta est fort beau, mais il est dû à la période de 1854 à 1861

La progression inévitable des dépenses annuelles indiqu assez qu'en fait de réductions de tarifs, nous avons attein la dernière limite que comporte l'époque actuelle.

La proportion relative des diverses natures de corres pondances est restée à peu près la même depuis trois ans En 1863, elle a été établie comme suit :

	SERVICE intérieur.	SERVICE internat.	ENSEMBLE
Communications des gouvernements.	1	3	2
Nouvelles de bourse.	12	22	17
Transactions commerciales	45	62	53
Affaires privées et de famille.. . . .	41	10	26
Nouvelles pour les journaux.	1	3	2
	100	100	100

La part proportionnelle des correspondances dites de famille a toujours été plus forte dans le service intérieur que dans les relations internationales et de transit. La différence a été beaucoup plus grande encore en 1863, ce qui indiquerait que les réductions de tarif influent surtout sur ce genre de correspondances.

Sur les 252 bureaux télégraphiques ouverts au public, à la date du 1er janvier 1864, 56 ont été installés en 1863. Le nombre de bureaux dits de dépôt, qui était de 25 au commencement de 1863, a été porté à 34 pendant le courant de cette année. Les bureaux de dépôt n'ont point d'appareils télégraphiques. Ce sont des stations de chemins de

fer, ou des bureaux de poste auxquels les télégrammes peuvent être remis. Un employé de l'administration se charge de les vérifier, d'en percevoir la taxe et de les envoyer au bureau télégraphique le plus voisin. Dans certaines circonstances, cette disposition épargne au public un déplacement ou l'envoi d'un messager.

Les bureaux de dépôt sont de deux catégories : 1° ceux qui sont situés dans les villes où il y a déjà un ou plusieurs appareils télégraphiques ; ils expédient les télégrammes sans frais dès que ceux-ci sont déposés ; 2° ceux qui sont établis dans une localité dépourvue de bureau télégraphique ; ils expédient les télégrammes déposés, également sans frais pour l'expéditeur, par le prochain convoi, courrier ou piéton en tournée. Lorsque l'expéditeur réclame le transport par exprès, il en paye les frais. Pour mesurer l'importance d'une localité, au point de vue des correspondances télégraphiques qu'elle expédie, il convient d'additionner les télégrammes transmis par ses divers bureaux, si elle en a plusieurs, et ceux qui sont fournis par les dépôts circonvoisins.

Répartition du travail entre les divers bureaux d'une même localité ou circonscription.

	Télégrammes expédiés.
Bruxelles (station du Nord)	41,592
— (ministère des travaux publics)	7,245
— (station du Midi)	6,646
— (station du Luxembourg)	4,689
Bureaux de dépôt : Poste centrale	4,885
— Est, Ixelles	782
— Ouest, Molenbeek	698
— rue des Chartreux	384
Total des télégrammes expédiés	66,919
Télégrammes en transit	65,110
Total	132,029

Anvers (Bourse)		45,998
— (station du chemin de fer de l'État)		4,667
Total		50,665
Gand (bureau central)		11,496
— (station du chemin de fer de l'État)		5,184
— (— — de Waes)		647
— (— — d'Eecloo)		121
Total		17,448
Liége (poste, bureau central)		12,879
— (station des Guillemins)		3,090
— (— de Longdoz)		1,062
— (— de Hautpré)		414
Total		17,445
Verviers	5,226	5,230
Dépôt à la poste en ville	1	
— à Dison	3	
Louvain	5,205	5,219
Dépôt à la poste en ville	14	
Mons	4,385	5,067
Dépôt à la poste en ville	656	
— à Obourg	26	
Bruges	4,988	4,993
Dépôt à la poste en ville	5	
Namur	4,546	4,985
Dépôt à la poste en ville	439	
Tournay	4,767	4,771
Dépôt à la poste en ville	4	
Charleroi (station de l'Etat)	4,668	4,748
— (— de la ville haute)	80	
Spa (poste, bureau central)	2,486	3,051
— (station du chemin de fer	565	
Saint-Ghislain	1,342	1,427
Dépôt de Boussu	85	
Dinant (poste, bureau central)	1,045	1,388
— (station du chemin de fer)	343	

Ath.	842	847
Dépôt de Chièvres-Attres).	4	
— de Ligne	1	
Quiévrain..	760	776
Dépôt de Thulin.	16	
Lodelinsart.	620	653
Dépôt de Gilly.	27	
— de Jumet.	6	
Gosselies.	626	649
Dépôt à la poste en ville.	11	
— de Luttre.	12	
Aerschot (poste).	144	240
— (station)	96	
Habay-la-Neuve (poste).	108	176
Habay-la-Vieille (station).	68	
Wespelaer.	112	113
Dépôt de Haecht..	1	

Les bureaux de dépôt non désignés dans le relevé ci-dessus n'ont pas eu un seul télégramme en 1863. On voit que ceux qui sont établis dans les bureaux de poste de Bruxelles, Mons et Namur ont eu seuls une quantité notable de télégrammes déposés. Les autres n'en offrent pas moins une certaine facilité au public, sans dépense pour l'administration.

Pour caractériser d'une manière facilement appréciable l'importance d'une localité, quant aux correspondances télégraphiques privées, il convient d'en prendre la moyenne journalière. Comme le trafic est presque insignifiant les dimanches et jours de fête, cette moyenne s'obtient assez exactement en divisant par 300 les chiffres du relevé général.

Première catégorie : Bruxelles a 223 télégrammes[1] au

[1] En ne considérant que le bureau principal de Bruxelles (station

départ, Anvers 169. Ces deux villes continuent à av[illegible] un trafic très-supérieur aux autres.

Deuxième catégorie : Gand et Liége, 58 télégrammes départ. Ces deux villes, qui se sont toujours suivies près, ne diffèrent que de 3 télégrammes en 1863.

Troisième catégorie : 16 à 18 télégrammes ; Osten[illegible] Verviers, Louvain, Mons, Bruges, Namur, Tournay Charleroi. Il est intéressant de rappeler qu'en 1861, [illegible] mêmes bureaux avaient 12 à 25 télégrammes *départ arrivée.*

Quatrième catégorie : 7 à 12 télégrammes ; Courtr[illegible] Spa, Malines, Termonde, Huy et Alost.

Cinquième catégorie : 1 à 5 télégrammes ; 70 bureau[illegible]

Sixième catégorie : 136 bureaux ayant moins d'un té[illegible] gramme par jour.

Les 49 bureaux qui composaient la cinquième catégor[illegible] de 1861 et qui avaient alors 1 à 3 télégrammes par jou[illegible] *départ et arrivée,* ont maintenant 1 à 5 télégrammes [illegible] départ seulement, ce qui constitue un mouvement plus qu[illegible] doublé.

Parmi les 136 bureaux de la dernière catégorie, le der[illegible] nier, à la station de Bas-Oha, près de Huy, n'a pas eu u[illegible] seul télégramme en 1863. 24 ont eu moins d'un télé[illegible] gramme par semaine. A l'exception de Florenville, Ranc[illegible] et Wellin, compris sur le parcours des lignes établies en dehors des chemins de fer, ces 25 bureaux sont ouverts

du Nord), une journée actuelle ordinaire comporte environ 1,250 télégrammes, savoir :

	Au départ.	A l'arrivée.	En passage.	Totaux.
Correspondances privées. . .	180	180	730	1,090
Dépêches de service.	30	20	110	160
Ensemble..	210	200	840	1,250

lans des stations où des appareils télégraphiques sont établis pour les besoins de l'exploitation.

35 bureaux n'ont pas deux télégrammes par semaine. ls ne comprennent que quatre appareils installés en vue les correspondances privées.

Enfin, sur 44 bureaux qui n'ont pas 4 télégrammes par emaine, il y en a 11 dont les appareils ont été établis dans es conditions.

On voit donc que si la plupart des bureaux télégraphiques, dont le trafic n'a aucune importance, ont été mis à a disposition du public, sans imposer des frais à l'administration, celle-ci s'est efforcée de mettre sur le même ied d'autres localités que leur éloignement du chemin de er avaient privées jusqu'ici de ce moyen de correspondance. Le service doit s'y développer d'année en année, nais il est aisé de voir que la sollicitude du gouvernement a devancé les besoins.

En résumé, 124 localités du pays étaient, au 1[er] janvier 1864, pourvues des moyens de correspondre par voie élégraphique. Quelques-unes ayant plusieurs bureaux, le nombre de ceux-ci s'élevait à 252, non compris les 34 bureaux de dépôt.

A la même date, le nombre de bureaux télégraphiques des divers Etats européens, y compris les stations de chemins de fer, où les correspondances privées sont admises, nous était renseigné comme suit :

Grande-Bretagne et Irlande	1,293
France et Algérie	1,253
Prusse	735
Italie	544
Autriche	503
Espagne	209
Suisse	202

Bavière	164
Russie	119
Wurtemberg	114
Hanovre	88
Suède	86
Norwége	86
Bade	86
Danemark	74
Pays-Bas	73
Saxe	71
Portugal	66
Turquie	49
Moldavie et Valachie	44

Malgré les différences de territoire et de population, Belgique se maintient depuis trois ans au sixième ran quant au nombre de bureaux télégraphiques ouverts public.

Les dépêches transmises pour le service des chemins fer de l'Etat et pour le service des télégraphes, tendent diminuer plutôt qu'à augmenter. On en jugera par l chiffres suivants :

1861	136,396 télégrammes de service;		
1862	118,258	—	—
1863	121,492	—	—

A mesure que les besoins de la correspondance privé augmentent, l'administration recommande de plus e plus de limiter ces dépêches au strict nécessaire. Le nombres ci-dessus ne comprennent pas les avis transmi de station à station sur le départ et l'arrivée des convois, non plus que les dépêches de service des chemins de fe concédés. D'après leur objet, les dépêches du service de l'Etat sont réparties en moyenne comme suit, sur cent télégrammes :

Service des télégraphes	17
Service des chemins de fer de l'État.	
Mouvement des convois et du matériel. . .	73
Colis égarés ou dévoyés.	5
Objets divers	5
Total.	100

Il y a donc eu, en 1863, environ 21,000 dépêches échangées pour le service des télégraphes, et 100,000 pour les chemins de fer de l'Etat. Si ces dernières avaient été taxées à 1 fr. 12 c., taux moyen de la taxe des télégrammes intérieurs, elles auraient produit une recette de 112,000 francs, qui peut être considérée comme un produit indirect des télégraphes.

Le nombre des télégraphistes spéciaux (commis, surnuméraires ou agréés du service des télégraphes), préposés à la manœuvre des appareils, à la perception des taxes, à la distribution des télégrammes et à la surveillance immédiate de ces opérations, en 1863, s'est élevé, en moyenne, à 167. Leur part dans la transmission des dépêches privées s'élève à 87 pour 100.

Le service télégraphique utilise en outre, dans tous les bureaux ouverts au public, ceux des quatre premières catégories exceptés, 228 employés des chemins de fer de l'Etat et des postes, qui ont une part de 7 pour 100 dans le même travail, plus 194 agents des chemins de fer concédés, dont la part d'intervention est de 6 pour 100 [1].

[1] En ce qui concerne les *télégrammes de service* échangés entre les stations de l'Etat, on trouve, sur 100 transmissions ou réceptions, 83 opérations faites par les télégraphistes spéciaux, et 17 seulement par des agents du chemin de fer. Pour s'expliquer cette disproportion, il suffit de remarquer que la plupart des dépêches de service passent par les bureaux principaux.

Le concours de ces deux dernières catégories d'agents est important, non par le nombre d'opérations qu'ils fournissent, mais par le fait que leur présence auprès des appareils, déjà requise par d'autres services, permet de mettre ces appareils à la disposition du public, sans que l'administration soit entraînée à des frais de personnel. Si ces frais devenaient nécessaires, il faudrait renoncer au moins aux 136 bureaux de la sixième catégorie, plus une bonne partie de la cinquième, où la recette ne couvrirait pas les frais d'un employé.

En pareille circonstance, le service rendu au public ne doit pas se mesurer par le nombre de correspondances, mais par la faculté de correspondre à un moment donné. D'autre part, il ne faut pas s'attendre à obtenir, dans de pareilles conditions, un service aussi prompt et aussi exact que dans les relations principales. Celles-ci, il est vrai, sont sujettes à des affluences extraordinaires et inattendues qui peuvent amener des retards; mais les moyens d'écoulement sont multiples et calculés largement, de manière à satisfaire à la généralité des cas. Dans les bureaux qui n'ont qu'un ou deux télégrammes par jour, au *maximum*, il n'y a ordinairement qu'une ligne, un appareil, un employé qui doit s'occuper d'autres besognes. Ces bureaux entrent donc pour une large part dans les imperfections dont nous allons nous occuper.

On sait que l'expéditeur d'un télégramme a droit au remboursement de la taxe : 1° lorsque la dépêche a été dénaturée au point de ne pouvoir remplir son objet; 2° lorsqu'elle a été égarée, ou lorsqu'elle est parvenue plus tard qu'une lettre qui aurait été mise à la poste en même temps. Dans la pratique, l'administration belge accorde très-largement la restitution de la taxe de tout télégramme qui a subi une altération importante ou un retard qui l'a

rendu sans utilité. De plus, comme toutes les correspondances sont examinées à la direction des télégraphes, cette direction provoque le remboursement d'office, lorsqu'elle constate un fait de mauvais service, sans qu'il y ait eu réclamation de la part des intéressés.

Ceci posé, il n'est pas sans intérêt de mettre le nombre de remboursements opérés pendant les dernières années, en regard du nombre total de télégrammes privés qui ont passé par les lignes belges. En voici le relevé :

	NOMBRE DE TÉLÉGRAMMES.	NOMBRE DE REMBOURSEMENTS	
		par année.	par 10,000 télégr.
1859. . .	196,240	60	3
1860. . .	225,819	60	2,6
1861. . .	268,968	56	2,1
1862. . .	291,787	59	2,
1863. . .	416,113	118	2,8

Alors qu'en 1861 et 1862 l'amélioration graduelle du service avait réduit les remboursements à 2 seulement sur 10,000 dépêches, l'affluence brusquement augmentée en 1863 a fait remonter cette proportion au taux de 1859.

Sur les 118 remboursements de 1863, 78 ont été opérés d'office par l'administration, sans qu'il y eût réclamation.

105 remboursements se rapportent à des télégrammes de l'intérieur, et 13 à des correspondances internationales. Pour ces dernières, le remboursement n'a lieu qu'après instruction, de commun accord avec les autres offices en cause. Il y a eu, à la connaissance de l'office belge et pour des télégrammes passant par son territoire, 128 instructions en 1863. Comme, sur ce nombre, 13 remboursements seulement sont tombés à la charge des lignes belges, il en reste 115 au compte des offices étrangers.

Si l'on considère le mode d'organisation des bureaux

qui ont été cause des erreurs ou des retards, les 118 remboursements de 1863 sont répartis comme suit :

	NOMBRE DE TÉLÉGRAMMES.	NOMBRE DE REMBOURSEMENTS.		
		Total.	Proportion sur 10,000 télég.	
		1863.	1863.	1861.
Bureaux principaux . .	364,580	49	1,34	0,89
— secondaires de l'Etat . . .	26,188	31	11,87	3,75
— des chemins de fer concédés	25,345	38	14,99	7,65
Totaux. . . .	416,113	118		

D'après ce relevé, le nombre d'opérations mal faites qui, dans les bureaux principaux, n'atteignait pas 1 sur 10,000 télégrammes, s'est élevé à 1,34 en 1863. La même proportion s'est élevée de 3,75 à 11,87 dans les stations et perceptions où le service télégraphique est confié à des agents des postes ou des chemins de fer de l'Etat. Enfin, les agents des chemins de fer concédés y contribuent à raison de 15 au lieu de 7,65. Ce résultat serait fâcheux si les conditions du service étaient restées les mêmes, mais si l'on songe au grand nombre de bureaux et d'agents nouveaux qui ont fonctionné en 1863, et d'autre part, aux 79 pour 100 de télégrammes en plus qui ont encombré les lignes de l'intérieur, on reconnaîtra que les imperfections disparaissent à côté du service rendu.

Il demeure établi que, sur les 252 bureaux ouverts au public, 200 au moins, dont les plus importants ont à peine 2 à 3 télégrammes par jour, devraient être fermés, si l'administration et le public ne se contentaient pas des ressources actuelles en appareils et en personnel : que ces bureaux qui, tous ensemble, fournissent seulement la huitième partie du trafic, sont entrés pour 60 pour 100 dans les réclamations de l'année.

La formule de ces réclamations est à peu près invariable. « Il vaudrait mieux n'avoir point de télégraphe que de subir un pareil retard. » Cependant, entre la situation imparfaite qui vient d'être exposée et la suppression des bureaux secondaires, le choix du public ne serait pas douteux. L'exagération des plaintes est d'ailleurs très-concevable ; la personne qui souffre d'un mécompte de cette espèce ne s'occupe que de sa propre correspondance, sans s'inquiéter des autres, ni des difficultés spéciales que rencontre l'organisation de telle ou telle partie du réseau. C'est cette organisation qu'elle accuse, sans tenir compte de l'ensemble des faits. Les habitués ne s'y trompent point. Leurs correspondances nombreuses les mettent à même d'apprécier plus équitablement les difficultés du service et les circonstances variables qui influent sur les résultats.

12 mars 1864.

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

L'ADMINISTRATION DES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES.

Du 31 décembre 1863.

Décret impérial portant promulgation de l'arrangement signé, le 30 décembre 1863, entre la France et l'Espagne, pour la taxe des dépêches télégraphiques.

NAPOLÉON, par la grâce de Dieu et la volonté nationale, EMPEREUR DES FRANÇAIS,

A tous présents et à venir, SALUT.

Sur le rapport de notre ministre des affaires étrangères,

AVONS DÉCRÉTÉ et DÉCRÉTONS ce qui suit :

ARTICLE PREMIER.

Un arrangement relatif à la taxe des dépêches télégraphiques ayant été signé à Paris, le 30 décembre 1863, entre la France et l'Espagne, et les ratifications de cet acte ayant été échangées le 31 décembre 1863, ledit arrangement, dont la teneur suit, recevra sa pleine et entière exécution.

ARRANGEMENT.

Le gouvernement de Sa Majesté l'Empereur des Français et le gouvernement de Sa Majesté la Reine d'Espagne, désirant assurer aux deux pays les avantages d'un tarif uniforme pour l'échange de leurs dépêches télégraphiques et accroître le nombre de celles-ci par une modération de taxe, les soussignés,

Ministre et secrétaire d'Etat au département des affaires étrangères de Sa Majesté l'Empereur des Français ;

Et ambassadeur extraordinaire et plénipotentiaire de Sa Majesté

la Reine des Espagnes, dûment autorisés à cet effet, ont arrêté les dispositions suivantes :

La taxe de la dépêche de vingt mots sera uniformément fixée à 4 francs pour toutes les correspondances échangées entre la France (y compris la Corse) et l'Espagne (y compris les îles Baléares), quel que soit le bureau de provenance ou le bureau de destination. Chaque fraction de dix mots ou fraction de série de dix mots en sus de vingt sera taxée à moitié du prix de la dépêche simple.

Le montant de la taxe sera partagé en parties égales entre les deux Etats.

Il reste entendu que dans le cas où, par suite de l'interruption dans les communications sous-marines directes entre la France et la Corse, les dépêches d'origine espagnole emprunteront pour arriver à cette destination des lignes étrangères, ces dépêches retomberont, en ce qui concerne la taxe, sous l'empire des règles générales qui résultent des traités internationaux en vigueur.

Les dispositions consacrées par la déclaration du 29 avril 1859, pour la taxe des dépêches échangées entre les bureaux-frontières, sont abrogées.

La taxe de la dépêche simple sera uniformément fixée à 8 francs pour les correspondances échangées, d'une part, entre la France et l'Algérie, transitant par les lignes espagnoles terrestres ou sous-marines, et de l'autre, entre l'Espagne et l'Algérie, en empruntant les lignes continentales ou les câbles français. Cette taxe sera augmentée de 2 francs pour les dépêches en provenance ou à destination de la Tunisie.

Une part, fixée uniformément à 3 francs, reviendra à l'Espagne sur cette taxe, et la part dévolue à la France sera de 5 ou de 7 francs, suivant que la dépêche sera en provenance ou à destination de l'Algérie ou de la Tunisie.

Au-dessus de vingt mots, l'augmentation de taxe suivra la règle précédemment indiquée.

Pour prévenir les difficultés qui pourraient résulter de l'emploi, dans les deux pays, d'unités monétaires différentes, les comptes

internationaux, réglés dans la forme ordinaire, seront dressés par l'administration française en monnaie de France, avec la réduction de taxe en monnaie espagnole, et, par l'Espagne, en monnaie espagnole, avec la réduction en francs.

La réduction des monnaies se fera au taux de 19 réaux de veillon pour 5 francs.

Sont abrogées, en ce qu'elles ont de contraire au présent acte, les dispositions de l'article 9 de la déclaration signée le 24 décembre 1863, ainsi conçu :

« Le parcours du câble d'Oran à Carthagène sera de même évalué à 1 fr. 50 c. (une zone) pour les dépêches que l'Espagne ou le Portugal adresseraient en Algérie.

Le présent arrangement sera considéré comme étant en vigueur pour un temps indéterminé, tant que la dénonciation n'en sera pas faite par l'un des Etats contractants; dans ce dernier cas, il demeurera en vigueur jusqu'à l'expiration d'une année, à partir du jour où la dénonciation en aura été faite.

Les stipulations en seront applicables à partir du 1er janvier 1864.

Le présent arrangement sera ratifié, et les ratifications en seront échangées à Paris aussitôt que faire se pourra.

Fait en double expédition à Paris, le 30 décembre 1863.

(*L. S.*) *Signé :* Drouyn de Lhuys.
(*L. S.*) *Signé :* Xavier de Isturiz.

ART. 2.

Notre ministre et secrétaire d'Etat au département des affaires étrangères est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 31 décembre 1863.

Signé : NAPOLÉON.

Vu et scellé du sceau de l'État :
Le garde des sceaux, ministre de la justice et des cultes,
J. Baroche.

Par l'Empereur :
Le ministre des affaires étrangères,
Drouyn de Lhuys.

Du 1er janvier 1864.

Les lois de finances du 13 mai 1863, portant fixation du budget général, tant ordinaire qu'extraordinaire, des dépenses de l'exercice 1864, attribuent au service télégraphique (ministère de l'intérieur, 3e section) des crédits qui s'élèvent ensemble à une somme de 9,377,686 francs, et que des décrets, en date du 22 novembre 1863, ont répartis de la manière suivante :

BUDGET ORDINAIRE.

Chap. VII.	Personnel des lignes télégraphiques. .	5,962,400 fr.
Chap. VIII.	Matériel des lignes télégraphiques. . .	2,415,286

BUDGET EXTRAORDINAIRE.

Chap. II.	Travaux d'établissement	1,000,000

Du 22 mars 1864.

Arrêté ministériel déterminant les délais de conservation des archives confidentielles.

Le ministre de l'intérieur,

Vu les conventions télégraphiques qui règlent le service international ;

Considérant qu'il importe de fixer une limite de durée pour la conservation des archives de la télégraphie privée ;

Sur la proposition du directeur général des lignes télégraphiques,

Arrête :

Art. 1er. Les originaux de dépêches privées seront conservés pendant cinq années à partir de leur date.

Les journaux à souche seront conservés également pendant cinq années à partir du jour de leur clôture.

Les autres documents confidentiels, tels que les originaux et les copies des dépêches de service, les copies des dépêches privées, les bandes des appareils imprimants, les procès-verbaux du travail quotidien, seront conservés pendant une année à partir de leur date.

Art. 2. A l'expiration du délai fixé pour chaque espèce de documents, ceux-ci seront détruits ou livrés au domaine; le mode de destruction ou de livraison sera réglé par le directeur général des lignes télégraphiques.

Art. 3. Le directeur général des lignes télégraphiques est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Paris, le 22 mars 1864.

Le ministre de l'intérieur,
P. Boudet.

Du 22 avril 1864.

Arrêté ministériel réglant les heures de service des bureaux limités.

Le ministre de l'intérieur,

Vu l'article 1er du décret du 17 juin 1852;

Vu les conventions internationales en vigueur;

Sur le rapport du directeur général des lignes télégraphiques,

Arrête :

Art. 1er. A partir du 16 mai prochain, l'ouverture et la clôture des bureaux dits *limités* auront lieu tous les jours, les dimanches exceptés, aux heures suivantes : l'ouverture à neuf heures du matin, la clôture à sept heures du soir.

Le service sera continu pendant cet intervalle de temps.

Art. 2. Les dimanches, le bureau sera ouvert à neuf heures du matin, et sera fermé après que l'état des lignes aura été constaté et que les dépêches en dépôt auront été reçues. Il sera ensuite ouvert depuis deux heures du soir jusqu'à cinq heures.

Art. 3. Le directeur général des lignes télégraphiques est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Paris, le 22 avril 1864.

Le ministre de l'intérieur,
P. Boudet.

Du 4 juin 1864.

Décret impérial portant promulgation de la déclaration signée, le 1er juin 1864, entre la France et la Bavière, pour la taxe des dépêches télégraphiques.

NAPOLÉON, par la grâce de Dieu et la volonté nationale, EMPEREUR DES FRANÇAIS,

A tous présents et à venir, SALUT.

Sur le rapport de notre ministre des affaires étrangères,

AVONS DÉCRÉTÉ et DÉCRÉTONS ce qui suit :

ARTICLE PREMIER.

Une déclaration ayant été signée, le 1er juin 1864, entre la France et la Bavière, pour la taxe des dépêches télégraphiques échangées entre les deux Etats, ladite déclaration, dont la teneur suit, est approuvée et sera insérée au *Bulletin des lois*.

DÉCLARATION.

Le gouvernement de Sa Majesté l'Empereur des Français et le gouvernement de Sa Majesté le Roi de Bavière, désirant assurer aux deux pays les avantages d'un tarif uniforme pour l'échange de leurs dépêches télégraphiques et accroître le nombre de celles-ci par une modération de taxes, les dispositions suivantes ont été, dans ce but, arrêtées d'un commun accord :

1° La taxe de la dépêche de vingt mots sera uniformément fixée à 3 francs pour toutes les correspondances échangées entre la France, y compris la Corse, et la Bavière, quels que soient le bureau de provenance et le bureau de destination. Pour chaque série de dix mots en sus ou fraction de série excédante, il sera perçu une taxe égale à la moitié du prix de la dépêche simple.

Le montant de la taxe sera partagé entre les deux Etats contractants, dans la proportion de deux tiers pour la France et un tiers pour la Bavière.

2° Les dispositions consacrées par le paragraphe 3 de l'article 2 de la convention signée à Paris le 9 décembre 1859, con-

cernant la taxe réduite applicable entre les bureaux-frontières, sont abrogées.

3° La taxe d'une dépêche échangée entre un bureau bavarois et un bureau d'Algérie ou de Tunisie sera formée de la taxe d'une dépêche d'origine française pour la même destination, augmentée d'une somme de 1 franc affectée au parcours en Bavière. Cette règle sera applicable, soit que la dépêche suive une voie exclusivement télégraphique, soit qu'à défaut de cette communication elle suive la voie mixte, par poste et télégraphe.

4° L'article 1er du traité conclu à Bregenz, le 2 novembre 1863, entre la Bavière et la Confédération Suisse, fixe à la somme uniforme de 2 francs la taxe de la dépêche simple entre un bureau bavarois et un point quelconque des frontières franco-suisses; cette réduction, aux termes de l'article 4 du même acte, doit s'appliquer à la correspondance franco-bavaroise transitant par la Suisse, dès que la France aura elle-même adopté une réduction équivalente. En conséquence, la taxe de la dépêche simple échangée entre la France et la Bavière, par l'intermédiaire de la Suisse, sera fixée à 4 francs, répartis comme il suit : 2 francs pour la France, 1 franc pour la Suisse et 1 franc pour la Bavière.

5° La correspondance expédiée de France au delà de la Bavière, et de la Bavière au delà de la France, restera soumise au tarif ancien dans tous les cas où une modification explicite à cette règle n'aura pas été concertée entre les deux Etats contractants.

Il en sera de même de celle qui sera échangée entre la Bavière et la Corse par les lignes italiennes, en l'absence de communications directes entre cette île et la France.

6° Le présent acte ne modifie les dispositions de la convention conclue, le 9 décembre 1859, entre la France et la Bavière, qu'en ce qui concerne la taxe principale. Il laisse subsister toutes les règles accessoires, et notamment celles qui se rapportent au compte des mots, aux frais d'exprès, aux droits de copie, etc.

7° Le présent arrangement sera considéré comme étant en vigueur pour un temps indéterminé, tant que la dénonciation n'en sera pas faite par l'un des deux Etats contractants, et, dans ce

dernier cas, il demeurera en vigueur jusqu'à l'expiration d'une année, à compter du jour où la dénonciation en sera faite.

Les stipulations en seront applicables à partir du 1er juillet 1864.

En foi de quoi, les plénipotentiaires respectifs ont signé le présent arrangement, et y ont apposé le cachet de leurs armes.

Fait à Paris, le 1er juin 1864.

(*L. S.*) *Signé :* DROUYN DE LHUYS.

(*L. S.*) *Signé :* baron DE WENDLAND.

ART. 2.

Notre ministre des affaires étrangères est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 4 juin 1864.

Signé : NAPOLÉON.

Vu et scellé du sceau de l'État :
Le garde des sceaux, ministre de la justice et des cultes,
J. BAROCHE.

Par l'Empereur :
Le ministre des affaires étrangères,
DROUYN DE LHUYS.

Du 28 juin 1864.

Décret impérial portant promulgation de la déclaration signée, le 24 juin 1864, entre la France et l'Italie, pour la taxe des dépêches télégraphiques.

NAPOLÉON, par la grâce de Dieu et la volonté nationale, EMPEREUR DES FRANÇAIS,

A tous présents et à venir, SALUT.

Sur le rapport de notre ministre des affaires étrangères,

AVONS DÉCRÉTÉ et DÉCRÉTONS ce qui suit :

ARTICLE PREMIER.

Une déclaration relative aux dépêches télégraphiques échangées entre la France et l'Italie ayant été signée, le 24 juin 1864, par notre ministre et secrétaire d'Etat au département des affaires étrangères et l'envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire

de Sa Majesté le roi d'Italie à Paris, ladite déclaration, dont la teneur suit, est approuvée et recevra sa pleine et entière exécution.

DÉCLARATION.

Le gouvernement de Sa Majesté l'Empereur des Français et le gouvernement de Sa Majesté le roi d'Italie, désirant assurer aux deux pays les avantages d'un tarif uniforme pour l'échange de leurs dépêches télégraphiques et accroître le nombre de celles-ci par une modération de taxes, les soussignés, ministre et secrétaire d'Etat au département des affaires étrangères de Sa Majesté l'Empereur des Français, et envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire de Sa Majesté le roi d'Italie, dûment autorisés à cet effet, ont arrêté les dispositions suivantes :

ART. 1er. La taxe de la dépêche de vingt mots sera uniformément fixée à 4 francs pour toutes les correspondances échangées entre la France (y compris la Corse) et l'Italie (y compris les îles de Sardaigne et de Sicile), quels que soient le bureau de provenance et le bureau de destination. Pour chaque série de dix mots en sus ou fraction de série excédante, il sera perçu une taxe égale à la moitié du prix de la dépêche simple.

Le montant de la taxe sera partagé également entre les deux Etats contractants.

ART. 2. Les dispositions consacrées par la déclaration signée, le 7 janvier 1859, entre la France et l'Italie, pour la taxe des dépêches échangées entre bureaux-frontières, sont abrogées.

ART. 3. La taxe d'une dépêche échangée entre un bureau italien ou un bureau d'Algérie et de Tunisie sera formée de la taxe d'une dépêche d'origine française pour la même destination augmentée d'une somme de 2 francs affectée au parcours italien. (Cette règle sera applicable, soit que la dépêche suive une voie exclusivement télégraphique, soit qu'à défaut de cette communication elle suive la voie mixte par poste et télégraphe.)

ART. 4. En cas d'interruption des communications sous-marines directes entre la France et la Corse, les dépêches échangées entre cette île et la France seront transmises par l'intermédiaire des

lignes italiennes ; elles seront soumises pour ce parcours à une taxe de 1 fr. 50 c. De même, les dépêches échangées entre deux bureaux italiens qui transiteront par les lignes de la Corse seront soumises, pour ce parcours, à une taxe de 1 fr. 50 c.

Art. 5. Le principe de la taxe uniforme sera étendu aux dépêches échangées entre les bureaux français et les bureaux pontificaux, et la taxe afférente au parcours d'une dépêche simple entre un bureau français et la limite des Etats de l'Eglise sera de 4 francs (à répartir uniformément entre la France et l'Italie), lorsque le gouvernement pontifical aura, de son côté, adopté une réduction analogue pour le parcours sur ses lignes.

Art. 6. Les dispositions du traité de Berne qui ne sont point modifiées par la présente déclaration continueront à être appliquées à la correspondance échangée entre la France et l'Italie.

Art. 7. La présente déclaration sera considérée comme étant en vigueur pour un temps indéterminé, tant que la dénonciation n'en sera pas faite par l'un des deux Etats contractants, et, dans ce dernier cas, elle demeurera en vigueur jusqu'à l'expiration d'une année, à compter du jour où la dénonciation en sera faite.

Les stipulations en seront applicables à partir du 1er juillet 1864.

Fait en double expédition à Paris, le 24 juin 1864.

(*L. S.*) *Signé :* Drouyn de Lhuys.

(*L. S.*) *Signé :* Nigra.

ART. 2.

Notre ministre des affaires étrangères est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait au palais de Fontainebleau, le 28 juin 1864.

Signé : NAPOLÉON.

Vu et scellé du sceau de l'État :

Le garde des sceaux, ministre de la justice et des cultes,

J. Baroche.

Par l'Empereur :

Le ministre des affaires étrangères,

Drouyn de Lhuys.

EXPÉRIENCES

SUR

LA FORME ET LA NATURE DES ELECTRO-AIMANTS

Etant animé du désir de construire des électro-aimants qui fussent appropriés le mieux possible aux besoins de la télégraphie, je fus amené par quelques résultats, contradictoires en apparence, à rechercher de plus près les lois connues et inconnues qui régissent ces organes.

Dès le commencement de ces expériences, je sentis la nécessité d'employer un électro-chronographe pour donner la mesure exacte de la force obtenue sur l'électro-aimant, ainsi que la durée exacte du temps nécessaire pour que le courant produise son effet maximum sur les âmes en fer. Réflexion faite, je me déterminai à faire usage de mon télégraphe imprimant qui, sauf quelques légères modifications, remplissait merveilleusement le but que je me proposais.

Avant d'exposer les expériences que j'ai faites, une courte description de cet instrument est nécessaire [1]. La roue des types tourne avec une grande rapidité, et est réglée à une vitesse donnée au moyen d'un ressort vibrant. De cette manière, les révolutions de cette roue et de ses portions sont parfaitement isochrones. L'électro-aimant est polarisé au moyen d'un aimant artificiel. L'armature est attirée contre les pôles de cet électro-aimant par cette polarité. Un ressort de réglage tend constamment à éloigner l'armature des pôles, et la différence de force entre

[1] La description complète en a été donnée par M. Blavier dans le numéro de mai-juin 1862 des *Annales télégraphiques*.

le ressort et la polarité est la mesure vraie de la force électro-magnétique nécessaire pour détacher l'armature.

Supposons que l'électro-aimant retienne l'armature avec une force égale à 10 unités, le ressort opposé valant 9 unités, dans ce cas un courant d'une force égale à 2 et d'une direction telle qu'il diminue la polarité de l'électro-aimant permettrait au ressort de soulever l'armature avec une grande rapidité. A l'instant où cette armature s'élève, une impression est produite par une portion donnée de la roue des types à l'aide d'un mécanisme très-simple ; de cette façon, la lettre imprimée marque exactement le moment où l'armature a été soulevée, ainsi que le temps nécessaire pour produire une quantité donnée d'effet électro-magnétique sur l'âme.

Ainsi, supposons que le ressort ou l'armature de l'électro-aimant, exigeant une force 2 pour être détachée, imprimât constamment la lettre A et qu'il fût ensuite réglé de manière qu'il fallût un courant 8 avant que l'armature fût détachée. Dans ce cas, si la lettre imprimée est constamment B, C ou D, sachant que le nombre de révolutions de la roue des types est de 120 par minute, et celui des divisions de cette roue de 56, ce qui donne 112 divisions par seconde, nous pourrions dire aisément par la lettre ou chiffre imprimé la quantité de temps nécessaire pour produire une certaine quantité de force dans l'électro-aimant, et avoir ainsi un moyen correct d'obtenir les courbes de force magnétique produite dans un électro-aimant qui passe de son minimum à son maximum.

A l'aide de cet instrument, des divisions de temps égales à 1/1000 de seconde pourraient être obtenues avec exactitude, en même temps qu'il serait possible de dresser un tableau des variations de la force électro-magnétique,

depuis 1 gramme jusqu'à 300 grammes. La seule mo fication introduite pour les présentes recherches consi dans la suppression de la roue correctrice, la roue types étant fixée solidement à son axe, de façon que to variation quelconque de temps puisse être distinguée p aisément par l'impression plus ou moins parfaite lettres.

L'électro-aimant et la roue des types sont arrangés manière à ce que, s'il n'était besoin d'aucun temps contact, ni de force sur l'électro-aimant, le chiffre ou lettre imprimée serait A ou, comme nous l'appellerons.

En supposant qu'une force électro-magnétique prodı avec un nombre donné d'éléments et par un contact 1/112 de seconde, donnât une force de 8 grammes, et l'aimant étant réglé à cette force, la lettre ou le chil imprimé fût 2, un contact de 1/50 de seconde produi une force totale de 12 grammes, et ce même poids enl à l'armature imprimerait 3; un contact de $\frac{1}{37\,^1/_2}$ de conde, donnerait une force totale de 14 grammes, imp mant 4; un contact de 1/28 de seconde donnerait une fo totale de 15; un contact de $\frac{1}{22\,^2/_9}$ de seconde donner une force totale de 15 grammes 1/2, imprimant 6; un co tact de $\frac{1}{18\,^4/_9}$ donnerait une force totale de 15 gra mes 3/4, imprimant 7; un contact de 1/16 de seconde do nerait une force totale de 15 grammes 7/12, imprimant 8

Si maintenant nous traçons une courbe des forces ol tenues dans ces divisions de temps, nous observons qu'u électro-aimant exige un certain temps pour passer de so minimum à son maximum de saturation magnétique, el que l'accroissement de force dans les quatre premières di- visions de temps serait comme 8, 4, 2, 1. Ces résultats

sont parfaitement constants, quelle que soit la forme ou la grandeur de l'électro-aimant ou de l'armature, la différence consistant uniquement dans l'accroissement de la courbe.

Avec dix comme avec trois éléments, avec ou sans résistance extérieure, le temps nécessaire pour passer de son minimum à son maximum était invariablement le même. Pour tous les besoins pratiques, le maximum d'effet s'obtiendrait par un contact d'une durée égale à 1/28 de seconde, et, si nous accordons le même temps pour décharger l'électro-aimant, 14 courants par seconde peuvent être envoyés à travers un électro-aimant dans un but télégraphique, produisant le maximum d'effet. Le retard causé par l'induction d'une ligne donnée serait également déduit de cette vitesse. En admettant comme probable, sur une ligne aérienne bien construite, une vitesse avec effet maximum de 10 contacts par seconde, les courbes (1), planche III, ont été produites avec des piles de 1 à 5 éléments sur un court circuit ; les courbes (2) ont été produites avec des résistances variables de 100 à 800 kilomètres. On verra par ces courbes que le temps d'effet maximum est le même dans chaque cas, et que la résistance ajoutée à la ligne produit exactement le même effet que la réduction du nombre d'éléments.

Le premier pas à faire ensuite dans cette investigation était de trouver quelle est la résistance de fil sur l'électro-aimant qui produit l'effet maximum.

Dans ce but, j'ai choisi une résistance représentée par une ligne de 500 kilomètres, avec perte moyenne de 2/3 du courant réel à la terre. Cette perte pouvait être augmentée ou diminuée pour représenter le travail réel d'une ligne aérienne. Après de nombreuses expériences, j'ai trouvé qu'une résistance de 120 kilomètres, ou de 60 sur

chaque bobine, donnerait les meilleurs résultats moyen en prenant en considération tous les changements qu'ur ligne télégraphique réelle doit éprouver pendant diffé rentes périodes de temps.

Il serait trop long de publier ici les courbes nombreus obtenues à l'aide de ces expériences, mais nous pouvor établir que les courbes moyennes les plus élevées obt nues par différentes pertes, l'ont été constamment avec d bobines ayant chacune une résistance de 60 kilomètres

Le second pas à faire dans cette recherche était de tro ver la forme propre et la grandeur des âmes de fer cont nues dans les bobines de l'électro-aimant. D'abord, deı qualités très-importantes se manifestèrent dans différen barreaux de fer soumis à l'expérience.

J'ai trouvé que des barreaux de fer différents condu saient plus ou moins le magnétisme produit, et que le r sultat total magnétique était directement proportionnel a pouvoir conducteur du barreau de fer. Ainsi, prenons de barreaux de fer doux et des barreaux d'acier, de longuer et de diamètre égaux ; en plaçant un aimant naturel l'une des extrémités du barreau, et en observant la quan tité de magnétisme conduite à l'extrémité libre, nou trouverons que le barreau de fer supportera un poids hui fois plus considérable que le barreau d'acier placé dans le mêmes conditions.

De cette manière, nous pouvons constater facilemen que le pouvoir conducteur du fer est égal à huit fois celu de l'acier trempé. Placé dans la bobine, le barreau d'aciei exigerait un courant huit fois plus considérable pour produire la même quantité de force magnétique à son extrémité libre ; ce qui montre combien il est important de choisir le fer le plus doux. Il y avait une différence de 18 pour 100 en faveur d'un barreau de fer recuit. Toutes

les parties telles que l'armature, etc., devraient donc être parfaitement recuites, parce que la plus petite parcelle de fer écroui réduit sensiblement les résultats.

Il faut avoir soin également que les fibres du fer soient longitudinales, les résultats étant sensiblement réduits quand elles sont transversales. Pour cette raison, un tube de fer étiré ou un faisceau de fils ont été généralement trouvés préférables pour les âmes. La plus grande différence observée était de 10 à 15 pour 100.

Une autre qualité très-importante du fer dont la connexion avec l'électro-magnétisme n'a pas, croyons-nous, été observée jusqu'ici, est le pouvoir d'absorption du magnétisme dans le fer. Cette absorption du magnétisme ou, en d'autres mots, ce en quoi le magnétisme devient latent, est très-remarquable dans différentes espèces de fer, et avec le même fer la quantité absorbée est en raison directe de la masse. Si nous posons une pièce de fer sur un barreau aimanté, nous trouverons que l'aimant supportera un poids moindre qu'auparavant ; et la différence sera exactement proportionnelle à la quantité absorbée par la pièce de fer posée sur l'aimant. Si maintenant nous plaçons une pièce d'acier trempé de même dimension, nous trouverons que la différence des pouvoirs absorbants n'excède pas 1/6, et que le fer n'a absorbé que 1/6 de plus que l'acier trempé, tandis que son pouvoir conducteur est huit fois plus considérable.

L'âme de ces bobines consistait en un tube mince de fer, de 1 centimètre de diamètre, de 6 centimètres de longueur et de 1/4 de millimètre d'épaisseur. Elles avaient été disposées de manière que des tubes d'épaisseurs différentes pussent y être introduits, et par les courbes de force obtenues on verra dans les courbes (3) et (4) que l'effet maximum était atteint avec 1 millimètre 1/2 d'épaisseur.

Ce point atteint, le fer ayant déjà conduit tout le magnétisme engendré aux pôles, l'addition du fer produisait une diminution d'effet due à l'absorption du magnétisme maximum déjà engendré, et de cette manière une certaine quantité qui avait été transportée aux pôles était absorbée dans le fer inutile ajouté.

Cette expérience a été répétée de plusieurs manières avec des âmes de fil de fer fin, de barreaux massifs et de tubes grands et petits, et a donné des courbes (5) qui toutes confirment les résultats obtenus dans les courbes (3) et (4) avec les tubes en fer, ce qui prouve que dès que le maximum de pouvoir conducteur avec une force donnée a été obtenu par une certaine quantité de fer, l'addition d'une nouvelle quantité serait préjudiciable au résultat, une certaine portion du magnétisme induit devenant latent dans le fer inutile.

Pour ce qui est de la longueur des bobines et des barreaux, dans chaque cas l'effet maximum a été obtenu avec une longueur égale à six fois le diamètre du barreau.

Les courbes (6) ont été obtenues avec des bobines de longueurs différentes, ce qui montre qu'après la longueur égale à six fois le diamètre, la résistance à la conductibilité produite par une plus grande longueur diminue l'effet total, malgré l'addition de bobines plus longues et l'effet électro-magnétique produit par le courant dans les bobines plus longues.

Supposons qu'un barreau de fer de plusieurs mètres de long et de 1 centimètre de diamètre, soit garni dans toute sa longueur de bobines séparées, ayant même résistance et qu'une même puissance soit exercée sur chaque bobine, il ne se produira pas plus d'effet aux pôles extrêmes qu'avec une bobine longue seulement de 6 centi-

mètres, à cause de la résistance à la conductibilité du magnétisme engendré.

Ainsi, il est de la plus haute importance, avant de choisir du fer pour l'âme des électro-aimants, d'en essayer la conductibilité en prenant pour étalon de l'acier fondu fortement trempé. Des barreaux de bon fer de diamètre égal et d'une longueur huit fois plus grande devraient supporter le même poids que cet étalon.

Les meilleures conditions pour que des tubes en fer soient transformés en électro-aimants télégraphiques sont que, possédant un diamètre suffisant auprès des bobines, la quantité de fer soit réglée de manière à avoir le maximum de conductibilité avec le minimum d'absorption.

Les résultats de ces expériences montrent que la quantité de même que la qualité de fer dans un électro-aimant qui doit être employé avec une certaine résistance extérieure, devrait être étudiée soigneusement. Pour un électro-aimant donnant les résultats moyens les plus élevés à travers une résistance de 300 à 800 kilomètres, on a trouvé que le poids total de fer dans des âmes reliant le barreau et l'armature devrait être de 80 grammes.

Alors, il a été fait des expériences dans le but de trouver la meilleure forme à donner à l'armature pour utiliser le maximum d'effet produit aux pôles de l'électro-aimant. Des armatures de toutes les formes possibles ont été adaptées au même électro-aimant et essayées avec la même résistance de ligne et le même nombre d'éléments. Il serait trop long d'énumérer les nombreuses expériences ainsi faites; mais on pourra voir dans les courbes (8) quelques-uns des effets les plus distincts.

Ces armatures agissaient directement sur les pôles comme dans l'aimant du relais Morse, et l'on verra que

le maximum d'effet a été obtenu avec un barreau de 3 millimètres d'épaisseur, de 1 centimètre de large, et de 4 centimètres de long.

Le même phénomène de conductibilité et d'absorption a été observé en différentes armatures. Quand l'armature était trop mince, la résistance à la conductibilité était trop grande; quand l'armature était trop épaisse, le magnétisme induit devenait latent, et une portion était en conséquence perdue pour l'effet pratique.

Dans les courbes (7) et (8), on verra le maximum et le minimum sur des armatures d'épaisseurs différentes.

Des expériences ont été faites ensuite avec l'addition des pièces saillantes ou pièces de pôle à l'électro-aimant (fig. 10). Dans ce cas, les résultats ont été exactement les mêmes que dans les expériences précédentes avec la même longueur d'armature, mais ceux obtenus en raccourcissant les armatures différaient tout à fait.

On sait depuis longtemps que les pôles vrais d'un aimant sont situés à peu de distance de l'extrémité; mais il n'a encore été fait aucune tentative d'utiliser cette propriété dans la construction et le travail des électro-aimants. L'objet que l'on se proposait dans les expériences précédentes par l'addition de pièces de pôle était d'obtenir les pôles vrais agissant directement sur l'armature; mais, ainsi que nous l'avons annoncé, cette disposition ne nous a présenté aucun avantage.

Je me déterminai alors à faire coïncider le pôle vrai de l'armature avec celui de la pièce de pôle, en raccourcissant l'armature. Les résultats de ces expériences furent plus heureux, la force croissant rapidement à mesure que les pôles vrais s'approchaient l'un de l'autre, et diminuant quand cette coïncidence était dépassée. On verra dans les courbes (9) avec quelle rapidité cette force croît, de

même que l'effet produit diminue quand on a dépassé ce point.

La figure 11 représente un aimant naturel ; les lignes pointées, le maximum et le minimum d'effet sur ce barreau.

La figure 12 représente les pièces de pôle sur l'électro-aimant avec une longue armature ; les lignes pointées montrent que les pôles vrais ne coïncident pas.

La figure 13 montre la courte armature donnant le maximum d'effet avec les pôles vrais coïncidant.

L'armature ainsi raccourcie devient excessivement sensible et rapide dans son action. Elle travaille avec un effet constant, malgré une variation de courant beaucoup plus considérable qu'il n'est possible avec les arrangements ordinaires d'armatures. La sensibilité à de faibles courants de l'électro-aimant ainsi disposé est très-remarquable, un élément étant amplement suffisant pour mettre en mouvement le télégraphe imprimant à sa vitesse ordinaire de 120 révolutions de la roue des types, cinq lettres par révolution, ou 600 lettres par minute, à travers une résistance de 1,000 kilomètres, avec une perte à la terre des 2/3 du courant total.

Avec une courte résistance, une petite pièce de zinc et une pièce de cuivre placées sur la langue excitent l'aimant parfaitement réglé à 600 contacts par minute, à travers une résistance de 1000 kilomètres. Avec une résistance de 300 kilomètres, une pièce de monnaie d'or et une pièce d'argent dans l'eau produisent un courant suffisant pour donner les mêmes effets.

Les expériences montrent qu'avec une résistance et une pile données, et une perte à la terre, telle que l'arrangement ordinaire de l'armature, comme dans le Morse, où un galvanomètre très-sensible n'accuse pas le plus

léger passage de courant, par un simple changement d'armatures, l'instrument fonctionne parfaitement et donne de fortes indications d'un courant d'une force suffisante pour être utilisée en pratique, même quand celle de la pile serait réduite de moitié.

Ainsi en soignant la construction des électro-aimants et l'ajustement des pôles vrais des armatures, une ligne télégraphique pourrait aisément fonctionner quand le courant, par les pertes sur la ligne, serait devenu trop faible pour les dispositions usitées auparavant.

Les résultats pratiques mentionnés ici ont été obtenus par l'application de ces principes à mon télégraphe imprimant, qu'ils ont rendu très-sensible à de faibles courants, en même temps qu'ils donnent la facilité de travailler sans réglage avec une série de 1 à 100 éléments.

L'aimant du relais Morse, construit d'après ces lois, serait, à mon avis, beaucoup plus sensible qu'auparavant; mais alors même les importants résultats mentionnés ici ne pourraient pas être obtenus en agissant à une certaine distance sur l'armature, avec le minimum de force seulement, tandis que dans l'appareil imprimant, l'armature étant contre les pôles à l'état de repos, on obtient toujours de cette façon le maximum de force.

Les résultats de ces expériences ne sont pas des déductions purement théoriques obtenues des lois énoncées dans les expériences, ce sont des lois appliquées pratiquement dans mon appareil imprimant, tel qu'il fonctionne sur les lignes les plus importantes et les plus longues de l'administration télégraphique de France.

D. E. Hughes.

REVUE

DE TÉLÉGRAPHIE SOUS-MARINE

I

Ligne de l'Inde.

Le bâtiment de la marine anglaise le *Coromandel*, commandé par le lieutenant Carew, est entré dans le port de Bombay avec le lieutenant-colonel Patrick Stewart, directeur général de la ligne des Indes, et sir Charles Bright, de la célèbre maison Bright et Clarke, accompagnés chacun de la plupart de leurs ingénieurs.

Le commandant Bradshaw, de la marine de l'Etat, et M. Young, qui avaient été chargés, pendant l'opération de la pose du câble, de préparer une carte très-exacte des parages dans lesquels il est placé et de sa position, sont restés à Kurrachee pour achever cette carte, sans laquelle une réparation serait presque impossible.

L'opération en vue de laquelle l'expédition du golfe Persique avait été entreprise a réussi complétement. Un câble sous-marin a été immergé de Kurrachee vers l'ouest, le long de la côte du Mekran dans le Beloutchistan; il est arrêté sur l'isthme appelé par les habitants du voisinage Muklub ; il replonge dans la mer de l'autre côté et s'arrête de nouveau à l'île d'Elphinstone où est installée une station de répétition ; il repart de là par le canal d'Elphinstone dans le golfe Persique, s'arrête à Bushire et replonge encore une fois jusqu'à Khor-Abd-Allah, au fond du golfe; de là il est enterré dans la vase du Shot-el-Arab, large fleuve formé par la réunion du Tigre et de l'Euphrate et aboutit à Fao, dans un bureau installé provisoirement sur un ponton, en attendant qu'un bâtiment soit construit sur la rive.

Malheureusement le gouvernement turc n'a pas encore pu

construire dans son entier la ligne terrestre entre Fao et Bagdad, à cause de l'agitation actuelle des tribus sauvages qui occupent cette région. Pendant plusieurs mois encore les dépêches télégraphiques d'Angleterre à Bombay mettront cinq ou six jours, et celles de Bombay à Londres six ou huit jours pour parvenir à leur destination. La ligne est construite entre Fao et Medina, sur 200 kilomètres (Medina est près de la jonction du Tigre et de l'Euphrate), et entre Diwaniyeh et Bagdad, sur 160 kilomètres environ; il reste à construire environ 240 kilomètres entre Medina et Diwaniyeh, mais il y a peu d'espoir d'achever cette ligne avant la fin de l'année, à cause de l'état politique du pays. Cette difficulté, d'ailleurs, n'est pas la seule qui se présente; la saison des maladies est venue, et avant octobre ou novembre aucun Européen ne pourra séjourner dans le voisinage des marais dont est couvert le pays qu'il s'agit de traverser. Jusqu'à nouvel ordre il faudra donc employer à la transmission des dépêches d'autres moyens que le télégraphe électrique, du moins entre Medina et Diwaniyeh. On a songé d'abord à faire faire ce service par des *cossids* ou courriers à cheval choisis parmi les habitants des districts qu'ils ont à parcourir; mais il est douteux que l'état du pays permette d'employer ce moyen avec succès, de sorte que le seul sur lequel on puisse compter sera l'emploi des bateaux à vapeur qui circulent dans le fleuve entre Bagdad et Bassorah, au nombre de cinq, savoir : deux appartenant au gouvernement turc, deux au gouvernement de Bombay et un à MM. Lynch et Ce, négociants anglais. Ces bateaux descendent le fleuve en deux jours et demi ou trois jours et le remontent en cinq ou six.

Malheureusement encore, quand les dépêches sont arrivées à Bagdad, elles n'ont pas surmonté toutes les difficultés qu'elles ont à rencontrer; car de Bagdad à Constantinople les lignes sont si mal construites et si mal entretenues, que les interruptions sont aussi fréquentes qu'entre Bombay et Kurrachee, et de plus, les dépêches devant être traduites de l'anglais en turc et de nouveau traduites en anglais à Constantinople, les erreurs les plus graves sont continuelles.

Nous avons parlé de l'état de la ligne entre Bombay et Kurrachee qui a à peine fonctionné depuis deux mois; au moment présent elle est interrompue et les dépêches doivent passer par Lahore. Cependant nous savons que les difficultés que présente ce parcours ne sont pas insurmontables ni même très-extraordinaires; tout le mal vient de l'obstination de ceux qui refusent d'appliquer aux lignes indiennes les perfectionnements qui se font chaque jour dans la science télégraphique. Ceux qui sont responsables de ce fâcheux état de choses doivent bénir le ciel de ce que les Turcs n'aient pas surmonté les difficultés en présence desquelles ils se trouvaient; car si la ligne turque avait été ouverte, les dépêches, après avoir parcouru en quarante-huit heures la distance de Londres à Kurrachee, auraient mis cinq jours à arriver à Bombay; quel torrent d'indignation n'auraient-ils pas soulevé! Ils ont un nouveau répit de six mois; on verra s'ils l'auront bien employé.

Pour en revenir aux difficultés que présente l'établissement de la communication télégraphique entre le golfe Persique et Bombay, nous sommes heureux de pouvoir annoncer que très-prochainement sera ouverte une voie autre que celle de la Mésopotamie. Grâce à l'infatigable énergie du capitaine Champain et aux travaux du colonel Lewis Pelly, résident anglais à Bushire, les lignes persanes sont presque achevées et seront en fonction d'ici à trois mois. Les dépêches des Indes quitteront le câble sous-marin à Bushire, iront à Téhéran et de là à Bagdad. Peut-être même, si la ligne de Tabreez est ouverte la première, entreront-elles en Europe par ce côté. (*Times of India.*)

Nous avons reçu des nouvelles du pays entre Bagdad et Bassorah; le sheik rebelle Mansuha ayant réuni 5,000 à 6,000 insurgés, a attaqué Fahad, sheik nommé par la Porte, qui était soutenu par 1,200 hommes d'infanterie turque et deux canons. Mansuha a été mis en déroute avec de grandes pertes et il s'est sauvé au delà du Tigre. Le pays est maintenant plus tranquille et des courriers à cheval sont envoyés, de deux en deux jours, de Diwaniyeh à Bassorah; ils mettent deux jours et demi ou trois

jours à faire le trajet. La ligne entre Bassorah et Kurrachee f
tionne aussi bien que possible, mais il sera nécessaire de réo
niser celle de Bagdad à Constantinople, et de placer des empl
européens dans les principales stations, avant qu'on puisse
convenablement le transit. Le colonel Stewart est maintenar
route de Bombay à Constantinople, où il doit prendre ces rer
gnements et d'autres essentiels.

(*Telegraphic journal.*)

II

Ligne de Corse.

Le bateau à vapeur *Fanny Lambert*, capitaine Christopher arrivé à Malte le 25 juin, venant de Gênes avec M. M. J Temple, ingénieur, et H. Saunders, électricien de la ma Glass, Elliot et Ce. Ce bâtiment était occupé depuis un mois à parer le câble sous-marin de la Spezzia au cap Corse. Voici q ques renseignements sur l'état dans lequel ce conducteur se t vait. A moins d'un demi-mille du cap Corse, le câble avait très-maltraité par le frottement sur les rochers. Il y avait ens 12 milles de long en bon état, par 90 brasses d'eau. Puis on montait sur un bas-fond à 60 brasses où, les fils de l'envelo protectrice étant complétement usés, le câble fut trouvé br Les sondages firent reconnaître un banc de rochers à cet endr Le câble fut dragué jusqu'à trois milles plus loin, et, comme signaux de la Spezzia étaient alors bien reçus, on immergea nouveau conducteur depuis ce point jusqu'au cap Corse, en ay soin d'éviter le banc de rochers. La communication fut ai rétablie.

Ce câble, qui est posé depuis 1854, pèse 10 tonnes par mil et est protégé par des fils de fer du nº 1. Ces fils protecteurs so à peine oxydés après dix ans d'immersion, sauf près du rivag La gutta-percha est en parfait état, et l'enveloppe de chanvre n' pas trace d'altération. Si l'on avait eu le soin d'immerger le con

lucteur loin des rochers, il n'y aurait encore eu aucune répara-
ion à y faire.

III

Ligne de Chine et d'Australie.

La Compagnie télégraphique de Chine et d'Australie publiera rochainement son prospectus. Elle a l'intention de commencer ar la section de Rangoon à Singapore (1,200 milles ou 2,200 ki-omètres), qui exigera un capital de 450,000 livres sterling 11,250,000 francs). Cette section desservira les ports par les-uels se fait tout le commerce de l'Orient, qui ne peut être évalué moins de 7 à 8 milliards de francs par an. Il ne faudra que ix-huit mois pour établir la communication entre Rangoon et Singapore, avec des stations intermédiaires à King Island et à Penang. Il est permis d'espérer que la nouvelle entreprise sera ussi profitable que celle de Malte à Alexandrie.

Les câbles entre Rangoon et Singapore seront placés dans des rofondeurs qui ne dépasseront pas 90 mètres, et par conséquent ls pourront être relevés sans difficulté pour les réparations. Ce era une prolongation de la ligne d'Europe aux Indes, qui va être ientôt achevée; mais elle a une valeur complétement indépen-lante. Singapore est un des ports du monde dont le commerce st le plus important.

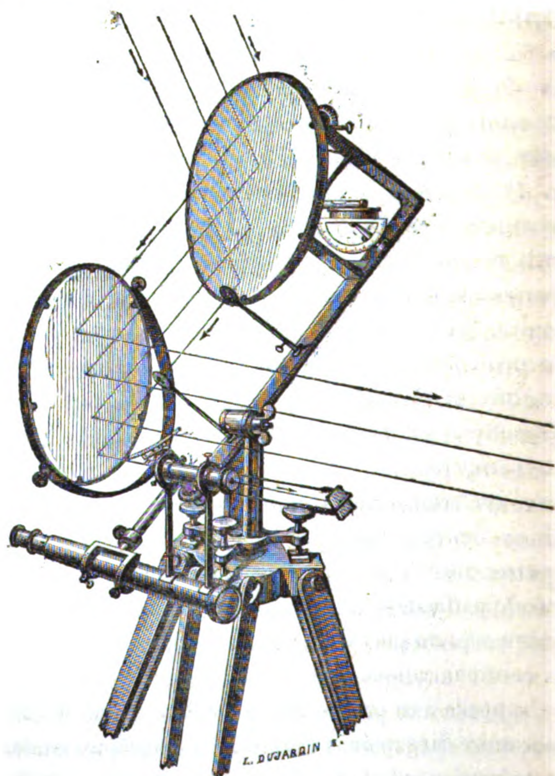
Notons, en terminant, ce fait remarquable, qu'il est possible de poser dans des profondeurs de moins de 90 mètres des câbles sous-marins entre Singapore, Hong-Kong, Shang-haï et dans la plus grande partie de la distance qui sépare Singapore de l'Aus-tralie ; rien ne sera plus favorable au développement et au main-tien des communications sous-marines dans ces parages.

On se rappelle à ce propos que le gouvernement hollandais a fait poser entre Singapore et Batavia, il y a quelques années, une ligne sous-marine qui n'a fonctionné que pendant un mois, parce qu'elle a été brisée par les ancres plusieurs fois, et qu'on a bien à tort désespéré de la remettre en état.

LE TÉLÉGRAPHE SOLAIRE

DE M. LESEURRE.

En rappelant, dans le précédent numéro des *Anna*
les travaux de M. Leseurre, on a parlé de l'héliograp



appareil qu'il avait inventé dans le but de transmettre les
signaux télégraphiques au moyen des rayons solaires.

Nous reproduisons aujourd'hui le rapport très-favorable que M. le maréchal Vaillant fit à l'Académie des sciences[1], après que des expériences eurent été faites sous le patronage des ministères de la guerre et de l'intérieur. M. Molteni, qui avait construit plusieurs de ces télégraphes sous la direction de l'inventeur, a bien voulu nous communiquer le dessin représentant l'appareil dont il s'agit.

Le succès complet des expériences permet d'affirmer que l'Algérie trouvera dans ce système un télégraphe peu coûteux, rapide et partout apte à franchir directement les plus longues distances. Le sud de l'Algérie, qui se refuse à l'établissement des autres télégraphes, est, au contraire, parfaitement approprié à celui-ci. Les postes pourraient être situés à vingt lieues les uns des autres dans les oasis qui dominent ces plaines de sable. — La rapidité d'installation et le peu de poids des appareils en font d'excellents télégraphes ambulants.

Nous extrayons du mémoire de l'auteur et du rapport du directeur de l'Observatoire la description et les résultats suivants :

Le système repose sur la réflexion du soleil par un miroir plan. Trois choses sont à considérer : 1° l'intensité de la lumière réfléchie à longue distance; 2° la facilité de direction de cette lumière vers un point donné; 3° la nature des signaux.

L'intensité de la lumière est celle que donnerait une portion du disque solaire égale au miroir et mise à sa place.

Le faisceau réfléchi formant un cône de 32 minutes, diamètre apparent du soleil, offre un champ assez grand pour que de petites erreurs dans l'orientation soient sans inconvénient. Pour reconnaître la direction du faisceau émergent, on place dans son intérieur une petite lunette astronomique dont l'oculaire projette, sur un écran fixé en arrière, l'image du soleil réfléchi et les fils croisés du réticule. La position relative du disque solaire projeté et du point de croisée des fils correspond à celle du faisceau par rapport à l'axe optique de la lunette. Si le point de croisée est au

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* séance du 16 juin 1856.

centre du disque, c'est que l'axe optique de la lunette occupe l'i
du cône émergent. Si ce point de croisée est sur le bord du d
que c'est que l'axe optique est voisin de la surface du cône.

Si donc on connaît la direction de l'axe optique de la lun
d'épreuve, on jugera de la position du faisceau réfléchi. Dans
but, la lunette d'épreuve est montée sur une plus forte lunette
la manière des chercheurs. Les deux lunettes ont leurs axes op
ques parallèles, mais regardant en sens inverse. Lorsque l
voudra diriger l'axe optique de la lunette d'épreuve vers un poi
on visera ce point avec la forte lunette. L'orientation de la lun
d'épreuve se trouvera par là même effectuée, et à la seule insp
tion de l'écran, on verra à quel moment le point visé est en
loppé par le cône de lumière, à quel moment il en sort.

La question de direction est tellement simplifiée par ce procé
qu'une fois la lunette d'épreuve bien placée, le miroir peut ê
dirigé à la main ou, pour plus de commodité, monté sur un p
et mû par deux vis tangentes.

Dans les triangulations de l'état-major, il suffirait d'ajouter a
instruments de chaque brigade une glace de quelques décimèt
carrés pour faire des mires visibles à de très-grandes distanc

Vocabulaire. — Les signaux sont composés de séries d'éclai
brefs ou *longs*, que l'on forme en écartant, pendant des tem
courts ou prolongés, un écran qui intercepte habituellement
faisceau réfléchi. Dans l'écriture, les éclairs brefs sont représent
par des points, et les longs par des barres, comme dans le sys
tème électrique Morse, auquel on peut emprunter, du reste, com
plétement son alphabet. Le soleil pourrait, sans doute, peindr
lui-même ces points et ces lignes sur un papier photographiqu
glissant d'un mouvement uniforme au foyer d'un objectif.

Tel qu'il vient d'être indiqué, le télégraphe solaire souffre une
objection : c'est que vers le lever et le coucher du soleil, le quart
de l'horizon opposé à cet astre ne peut recevoir que des éclairs
très-faibles ; car la surface du miroir, qui forme alors un angle
très-aigu avec les rayons réfléchis, ne présente plus qu'une sur-
face apparente presque insensible.



On y remédie par l'addition d'un second miroir. Cette compli-
ation apparente simplifie, par le fait, la manœuvre de l'appareil
: présente d'importantes ressources. L'appareil forme alors un
éliostat à deux miroirs, dont l'un mobile, réfléchit les rayons du
leil dans la direction polaire; l'autre, fixe, reçoit ces rayons et
s renvoie dans la direction voulue.

En avant de ce second miroir est placée la lunette d'épreuve;
mme elle accuse la direction finale du faisceau émergent, elle
spense de toute précision dans l'orientation de l'arbre du pre-
ier miroir. Le seul inconvénient d'une orientation inexacte se-
it de forcer à recourir de temps à autre à la vis de déclinaison
ur ramener le disque solaire sur le point de croisée des fils.

La première réflexion peut être dirigée vers le pôle boréal ou
rs le pôle austral; on choisit celle des deux qui fait avec la se-
nde réflexion un angle aigu.

Dans le cas d'une ligne télégraphique fixe, l'orientation de l'ar-
e s'obtient très-approximativement par l'observation des astres;
reste de l'installation présente peu de difficultés. L'interrupteur
t formé par une persienne métallique à lames très-minces,
ustées à tourillons dans leurs montants, de façon à pouvoir
urner toutes ensemble au moyen d'une tige qui les relie. Cette
rsienne, fixée sur l'arbre tournant, arrête habituellement l'ar-
vée des rayons solaires sur le miroir mobile. Lorsqu'on veut
oduire un éclair, on presse du doigt la tige. Les lames se pré-
ntent de champ au soleil, qu'elles laissent pénétrer, et revien-
ent à leur position première dès que la pression cesse. Les glaces
sont ainsi exposées au soleil que pendant le temps, très-court,
s éclairs.

Une expérience faite le 30 mars 1856, à trois heures, entre la
ur de Saint-Sulpice et la tour de Montlhéry, en présence de
M. Le Verrier, directeur de l'Observatoire, Liais, astronome au
ême Observatoire, et Struve, astronome de l'observatoire russe
e Poulkova, a donné les résultats suivants :

Eclairs presque éblouissants à l'œil nu, malgré les brumes de
a saison. Correspondance rapide et sans aucune hésitation. Lueur

sensible à l'œil nu, très-brillante à la lunette, lorsque le sol était voilé par des nuages blancs.

Les miroirs étaient des glaces du commerce, de $0^{mq},12$, ex[ ] sées depuis quatre mois à toutes les intempéries, et montées s de grossiers appareils exécutés par un serrurier et un charpenti

Le télégraphe portatif pèse 8 kilogrammes, se monte sur trépied en bois et s'oriente à l'aide d'une boussole et d'un nive à bulle adaptés à l'appareil. Son installation prend à peine u minute. Pour simplifier, on supprime l'interrupteur, que l' remplace comme il suit : le miroir fixe est habituellement éca de la position d'éclair par un petit ressort; on l'y amène par pression du doigt, qui le fait buter contre un arrêt fixe; suiva que la pression est courte ou prolongée, un éclair bref ou long produit.

Deux personnes placées en vue l'une de l'autre, à dix lieues distance et ignorant leurs positions respectives, peuvent, à l'ai de cet appareil, se reconnaître, puis entrer en correspondanc La disposition de l'appareil permet, en effet, de placer vertical ment l'un des axes de rotation du second miroir, en rendant hor zontal l'arbre du premier. La lumière solaire, réfléchie horizon talement par le premier miroir, tombe sur le second, qui, c tournant autour d'un axe vertical, couvre de lumière une zon horizontale d'un demi-degré de hauteur. On peut ainsi balaye tout l'horizon et éveiller l'attention de la personne que l'on cher che. Celle-ci reconnaît le point d'où partent les éclairs, s'orient sur ce point et lui envoie un éclair fixe sur lequel on peut s'orienter à son tour.

Dans cette recherche, on est encore guidé par la lunette d'épreuve, qui corrige toutes les erreurs d'une installation précipitée.

Ce télégraphe portatif, expérimenté à l'Observatoire, en présence de M. le ministre de la guerre, de M. le directeur général des lignes télégraphiques et du directeur de l'Observatoire, a donné les plus heureux résultats.

BULLETIN ET CHRONIQUE.

Télégraphe acoustique. — On se rappelle ce phénomène observé par plusieurs physiciens : une tige de fer doux étant placée dans l'intérieur d'une hélice, dès que le fil de celle-ci est parcouru par un courant électrique, la tige de fer entre en vibration, et si, à l'aide d'un interrupteur, on fractionne le passage du courant, la succession des bruits partiels engendre un son dont la hauteur dépend du nombre des interruptions produites dans le même temps. C'est en se fondant sur ce fait que M. Ries a construit son *téléphon* ou *télégraphe acoustique*.

Le manipulateur est représenté par une caisse rectangulaire creuse; une des faces latérales est munie d'une embouchure destinée à recevoir la note à transmettre; la face supérieure est une membrane convenablement tendue, au centre de laquelle on fixe une lamelle de platine qui est mise en relation avec un des pôles de la pile; au-dessus, on dispose une seconde lame mobile qui, à l'état de repos, appuie sur la première par une pointe fixe, également en platine. On conçoit que si la membrane vibre, elle chassera en l'air la lame mobile, qui retombera ensuite; de là un nombre d'oscillations qui correspondront exactement à celles de la membrane.

Le récepteur se compose uniquement de l'hélice magnétisante, dans l'intérieur de laquelle est adaptée une tige en fer doux; le tout est dressé sur une caisse renforçante. Au moment d'opérer, les deux organes sont mis dans le circuit d'une pile de ligne ordinaire. Le jeu de l'appareil est facile à comprendre : les vibrations imprimées à l'air renfermé dans la caisse du manipulateur, par l'opérateur placé devant l'embouchure, sont répétées par la

membrane; par suite, les contacts s'établissent et se romp successivement entre les deux lames de platine; de là, dans bobine récepteur, un nombre d'intermittences dans le passage courant, qui doit être égal au nombre de vibrations de la mei brane du manipulateur. Or, comme une seule intermittence n'e gendre qu'un simple choc, une série doit produire un son idi tique en hauteur à celui émis à l'embouchure du manipulate

Le téléphon de M. Ries serait un instrument admirable, réalisait d'une manière absolue les espérances de la théorie. Sa préjuger de l'avenir, il faut reconnaître qu'il n'en est pas enc ainsi. Lorsqu'on produit la gamme au manipulateur, il faut t oreille bien exercée pour reconnaître les sons que répète le réce teur au milieu des tremblements qui l'agitent. Du reste, le mod dont nous parlons est exposé à plusieurs causes d'erreur : la me brane peut, à certains moments, ne pas vibrer avec la même a plitude, par suite occasionner parfois des manques de contact. le son émis reste dans des limites voisines, le contact se prolo gera. On remédie à cet inconvénient en substituant à la voix l'opérateur qui transmet un diapason muni d'un système trer bleur; alors la note est plus nette, quoique toujours très-faibl

La transmission électrique des sons musicaux est donc un pr blème dont la véritable solution n'est pas encore trouvée, et l promesses qui ont été publiées à l'occasion du télégraphe acou tique sont encore à réaliser pour le moment.

(*Portefeuille économique des machines.*)

Serrure à détente électrique. — Pour ouvrir les portes exté rieures des maisons, on dispose, comme on sait, à l'intérieur d la loge du concierge des cordons qui agissent, par l'intermédiair d'équerres en fer et de fil de fer, sur le pène de la serrure pour l retirer de sa gâche. Ces transmissions de mouvement, surtou quand l'éloignement est assez considérable, sont dispendieuses à établir et présentent surtout l'inconvénient de mettre dans l'obli-

gation d'exercer un assez grand effort pour opérer le retrait du pène, qui permet l'ouverture de la porte.

M. J.-N. Fortin, serrurier à Paris, s'est fait breveter, le 18 avril 1863, pour un système de *détente électrique*, destiné à remplacer les transmissions de mouvement dont nous venons de parler, et qui peut s'appliquer indifféremment soit sur le pène, soit sur la gâche. Dans tous les cas, il suffit d'exercer une légère pression sur un bouton pour déterminer l'ouverture de la porte, ouverture qui dépend du passage d'un courant électrique traversant un électro-aimant placé dans la serrure ou dans la gâche, et qui est chargé d'attirer une armature ou barreau mobilisant une bascule-arrêt. Cette bascule, se trouvant déplacée, permet au pène ou au rouleau de la gâche de subir l'action du mécanisme qui déclanche ces pièces en éloignant la porte. Le courant étant ensuite interrompu, chacune des pièces reprend sa position normale, de manière à ce que la bascule-arrêt puisse s'opposer au déplacement du pène ou du rouleau, jusqu'à ce que le courant vienne de nouveau attirer l'armature de l'électro-aimant. (*Génie industriel.*)

Pile nouvelle. — M. Rosenbusch, directeur de la station télégraphique de Malte pour la *Mediterranean extension telegraph Company*, adresse à M. Breguet la description d'une pile analogue à celle de Minotto, mais présentant sur cette dernière quelques avantages.

Le vase de verre est de la forme cylindrique communément employée dans les piles; l'électrode cuivre est formé d'un disque rond, plat et mince, au centre duquel est fixé le fil de cuivre destiné à servir de conducteur; ce disque est placé horizontalement, au fond du vase de verre, entre deux couches de sulfate de cuivre de 1 centimètre d'épaisseur chacune; le fil conducteur se trouve, par conséquent, vertical et dans l'axe du vase de verre; on place un tube de verre ou de gutta-percha de 1 centimètre 1/2 de diamètre autour de ce conducteur, et reposant sur la couche de sulfate; ce tube a pour objet de faire communiquer la partie inférieure du

vase avec l'extérieur et permet d'ajouter du sulfate à mesure qu'il est consommé. Sur la couche de sulfate on place un disque de toile, et par-dessus du sable inattaquable à l'acide sulfurique ou de la sciure de bois [1]. Sur la sciure de bois on met un nouveau disque de toile, et par-dessus un cylindre de zinc, à peu près du diamètre du vase de verre, percé en son centre d'un trou pour donner passage au tube de verre ou de gutta-percha dont nous avons parlé, et qui a une épaisseur considérable, environ 4 centimètres.

Les avantages de cette disposition sont les suivants : on peut ajouter du sulfate de cuivre par le tube central et le remplacer à mesure de sa consommation ; on peut, par le même tube, ajouter de l'eau et dissoudre le sulfate qui aurait cristallisé et qui formerait une couche imperméable, supprimant en totalité ou en partie la communication des deux liquides, et par suite celle des électrodes ; les disques de toile permettent d'enlever sans peine la sciure de bois et évitent son mélange avec le sulfate ; le zinc, ayant une grande épaisseur, peut durer un temps fort long et, de plus, fait réaliser une économie notable sur sa consommation, car il y a une perte d'une épaisseur constante sur chaque zinc employé, qui se trouve d'autant plus grande que les zincs dont on fait usage sont plus fréquemment remplacés et ont une plus grande surface.

Il est aisé de comprendre comment cette disposition permet, aussi bien que celle de M. Minotto, de diminuer la résistance de la pile, soit en augmentant la surface des électrodes (ce qui se fait en agrandissant le diamètre du vase de verre), soit en diminuant leur distance.

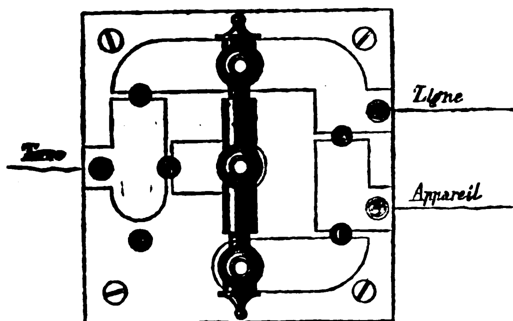
Paratonnerre. — Nous recevons de M. Sarrazy, employé au bureau de Toulouse, la lettre suivante :

« J'ai l'honneur de vous indiquer une modification au système

[1] M. Rosenbusch fait observer que dans toute l'île de Malte il est impossible de se procurer du sable non attaquable à l'acide sulfurique, et qu'il faudrait, pour en avoir, le faire venir d'Afrique ; la sciure de bois le remplace avantageusement.

de paratonnerres actuellement en usage dans les bureaux de l'État. Le but que je me suis proposé a été de mettre, comme d'ordinaire, les employés et les récepteurs à l'abri des décharges de l'électricité atmosphérique, au moyen d'un appareil d'une construction plus simple et moins dispendieuse.

« Le dessin ci-contre représente ce nouveau système, à moitié de la grandeur naturelle; vous remarquerez que la forme et la dimension que j'ai adoptées permettent de le placer horizontalement sur la table de manipulation ou bien verticalement sur le lambris, lorsqu'il y a un lambris fixe.



Pour établir les communications, on fait usage de chevilles métalliques, dont la tête est isolante. Voici, au surplus, la disposition des chevilles dans les diverses manœuvres du paratonnerre :

« 1° Sans paratonnerre : une cheville en A seulement;

« 2° Avec paratonnerre : une cheville en B et une en C;

« 3° A la terre : on porte une cheville de rechange restée en D au point T ; lorsque cette cheville est placée, on enlève la cheville placée en C, devenue inutile, tant que dure l'orage.

« La disposition de ce nouveau commutateur présente divers avantages : 1° elle permet aux employés de ne jamais toucher aux surfaces métalliques ; 2° de supprimer la communication avec la terre et avec le paratonnerre, sans être obligés de toucher à la bobine, même lorsque le fil est brûlé ; 3° enfin, dans le troisième cas, en ayant soin de mettre la cheville libre en T, avant de couper les

communications, on établit avec la terre sans isoler la ligne. Cela ne pouvait s'obtenir avec nos paratonnerres actuels; la ligne, il est vrai, ne restait isolée qu'un court instant, mais c'était juste au moment où il y avait le plus de danger.

« Toulouse, 29 juillet 1864. »

Télégraphe intercontinental. — On lit dans le *Times :* « Le télégraphe intercontinental proposé, qui, par la voie du détroit de Behring, complétera le tour du monde, a été récemment l'objet d'une discussion dans la chambre de commerce de New-York. Il paraît que la Russie a entrepris une ligne de 6,000 milles de Moscou à l'océan Pacifique, à l'embouchure de l'Amour, dont 4,000 milles, de Moscou à Irkoutsk, sont en opération, et qu'elle a accordé à M. P.-M. Collins, de New-York, une concession pendant trente-trois ans, pour prolonger cette ligne jusqu'au et à travers le détroit de Behring, et, de là, à travers les territoires de l'Amérique, à la frontière des possessions anglaises (distance, en tout, de 4,500 milles); que le gouvernement anglais a accordé un semblable privilége jusqu'à la frontière septentrionale des Etats-Unis, et qu'une instance est actuellement pendante au congrès de Washington pour obtenir une semblable permission à travers ce pays, reliant ainsi tout le système télégraphique d'Europe et d'Asie au système télégraphique de l'Amérique. La chambre résolut à l'unanimité d'adresser un mémoire au président et aux deux chambres du congrès en faveur de l'entreprise. On pense que l'achèvement complet de ce projet pourra être effectué dans l'espace de trois ans. La distance totale par terre, par la voie du détroit de Behring, qui n'a que 39 milles de largeur et 160 pieds de profondeur, sera d'environ 16,000 milles. On assure que des messages ont été, à diverses reprises, expédiés pendant l'année actuelle, de Boston à San-Francisco (distance de 3,000 milles), en deux minutes.

Prusse. — L'administration prussienne a mis en service des

imbres analogues à ceux de la poste, pour l'affranchissement les dépêches télégraphiques. Il y en a quatre espèces, dont la vaeur est de 8, 10, 12 et 15 silbergros (le silbergros vaut 12 centimes). L'expéditeur applique lui-même sur l'original de la dépèche les timbres nécessaires pour produire l'affranchissement. En cas d'insuffisance, l'employé qui reçoit le télégramme fait payer la différence. Cette innovation n'est encore pratiquée que dans un des bureaux de Berlin, et seulement à titre d'essai; mais si la mesure paraît bonne, elle sera étendue à tout le royaume.

Canal de Suez. — Notre réseau télégraphique est complétement terminé et fonctionne de la manière la plus satisfaisante. C'est une de nos créations accessoires les plus utiles et qui contribue, plus qu'on ne pourrait le prévoir, à la rapidité et à la bonne exécution des travaux.

Pour n'en donner qu'un exemple en dehors des relations incessantes entre les divers services de l'isthme et des rapports avec le Caire et Alexandrie, nous citerons ce fait que le directeur général des travaux ayant été appelé en France par dépêche télégraphique, pour affaires extrêmement urgentes et d'un grand intérêt pour la compagnie, cette dépêche alla le trouver jusqu'à Port-Saïd, où il était en tournée, et que neuf jours après l'expédition du télégramme, il était rendu à Paris, dans le moment même où sa présence était indispensable. (*Rapport du président de la compagnie.*)

Sémaphores. — On voit depuis un an, sur les falaises les plus arides et les rochers les plus escarpés des côtes de France, s'élever des maisonnettes blanches surmontées d'une tour dont la toiture rouge, les murs badigeonnés et les persiennes vertes offrent le plus souvent un singulier contraste avec l'aspect sauvage des lieux qui les entourent. Ce sont les sémaphores que l'Etat fait construire sur toute l'étendue de notre littoral.

De Dunkerque à Bayonne, de Port-Vendres à Menton, leur nombre ne s'élève pas à moins de 150. et la solidité, on peut dire le luxe de leur installation, atteste l'importance des services que l'on attend d'eux.

Destinés à remplacer les anciennes vigies, ils ne sont plus forcés de correspondre entre eux. Chaque poste est seulement chargé d'explorer l'horizon. Quelque avancé qu'il soit sur le bord de la mer au milieu des rochers, il peut à chaque instant du jour et de la nuit entrer en communication avec l'autorité chargée du littoral. Un fil télégraphique le relie au grand réseau des lignes électriques. Deux gardiens veillent à l'appareil. Cet appareil est un télégraphe à cadran, d'un usage facile, analogue à ceux que l'on emploie sur les chemins de fer.

La tour du sémaphore est surmontée d'un arbre vertical de 10 mètres de hauteur, muni de trois ailes mobiles qui servent à faire aux bâtiments qui passent des signaux que l'on distingue encore à plus de 6 milles au large.

Le navire y répond avec ses pavillons, et c'est ainsi qu'entre la terre et les marins en mer se trouvent établies des communications nouvelles que l'électricité peut instantanément propager du rivage sur toute l'étendue du continent (*Moniteur.*)

L'administration des lignes télégraphiques, dans le but d'améliorer la position d'anciens officiers, est disposée à leur confier la gestion des bureaux d'un ordre secondaire.

Des avantages pécuniaires pouvant être évalués à 600 francs au moins par an, et le logement gratuit dans le local dépendant de la station, sont attachés à l'emploi dont il s'agit.

M. le ministre de l'intérieur a demandé, en conséquence, à M. le ministre de la guerre de lui désigner un certain nombre d'officiers récemment admis à faire valoir leurs droits à la retraite ou sur le point de quitter le service, et qui sembleraient pouvoir être chargés d'un bureau télégraphique.

De son côté, le maréchal Randon vient d'inviter les chefs de

corps à lui envoyer dans le plus bref délai les noms des officiers dans les conditions indiquées ci-dessus, et qui seraient disposés à accepter cette candidature. (*Moniteur de l'Armée.*)

Tarif parisien.— A partir du 16 août 1864, le tarif des dépêches télégraphiques échangées à l'intérieur de la ville de Paris est réduit comme il suit :

Par dépêche de vingt mots, adresse et signature comprises, 50 centimes ; par chaque dizaine de mots ou fraction de dizaine excédante, 25 centimes.

Décorations.— Par décret rendu sur la proposition du ministre de l'intérieur, M. Margerie (Eugène-Pierre-Victor), inspecteur des lignes télégraphiques, a été nommé chevalier de l'ordre impérial de la Légion d'honneur : seize ans de service, dont douze en Algérie. Chef du service télégraphique de la province d'Oran, s'est particulièrement distingué pendant la dernière insurrection. (*Moniteur,* 2 août.)

Par décret en date du 11 août, rendu sur la proposition du ministre de l'intérieur, ont été nommés dans l'ordre impérial de la Légion d'honneur :

Au grade d'officier, M. Pierret, inspecteur général des lignes télégraphiques : services distingués, chevalier depuis 1858 ;

Au grade de chevalier, MM. Clugniac, inspecteur à Angoulême, quarante et un ans de services ; Cartier, inspecteur à Clermont-Ferrand, vingt-cinq ans de service ; de Thury, inspecteur, vingt-quatre ans de services. (*Moniteur,* 14 août.)

Nous sommes autorisé à reproduire les rapports adressés à S. E. le ministre de l'intérieur par le directeur général des lignes télégraphiques, en faveur de MM. Hughes et Margerie, qui ont été récemment nommés chevaliers de la Légion d'honneur.

Paris, le 4 juin 1864.

Monsieur le Ministre,

Votre Excellence connaît l'appareil télégraphique imprimant, dont l'invention est due à M. Hughes, professeur de physique à l'université de New-York. Abandonnant entièrement les voies suivies jusqu'alors, M. Hughes a imaginé et réalisé un appareil dans lequel une seule émission de courant suffit pour produire l'impression d'une lettre quelconque. La vitesse de transmission des dépêches n'a donc plus d'autre limite que celle du temps qu'exige le passage du courant d'une extrémité à l'autre d'un fil conducteur. Séduite par cette conception hardie, l'administration française a voulu acquérir les droits de l'inventeur. Tel a été l'objet du décret du 21 septembre 1861.

Toutefois, l'introduction des premiers appareils Hughes sur les lignes ne se fit pas sans de sérieuses difficultés. La marche des appareils était loin d'être régulière ; leurs organes s'usaient rapidement, leur entretien était aussi coûteux que difficile, et, après d'assez longs essais, je me vis forcé de renoncer provisoirement à leur emploi pratique, ou du moins de les restreindre à une seule ligne. Cette situation toucha vivement M. Hughes, et il se livra avec ardeur à la recherche des moyens propres à faire disparaître les inconvénients qui lui étaient signalés. Il ne fallait rien moins que ses qualités inventives unies au talent et au concours dévoué de notre célèbre constructeur, M. Froment, pour triompher des obstacles que présentait la solution du problème. Grâce à ces études et à ces efforts communs, on a vu l'appareil se transformer successivement, compléter d'abord, par tous les chiffres et les signes de ponctuation, ses caractères d'impression primitivement bornés aux lettres, puis remplacer son régulateur à lame vibrante par un autre à mouvement conique, d'une perfection réellement merveilleuse, et enfin rentrer pour son entretien dans les conditions ordinaires, malgré la rapidité de certains mobiles, qui effectuent de 120 à 150 tours par minute.

Depuis ces nouvelles dispositions, qui s'améliorent encore

journellement, j'ai pu réemployer avec un succès complet le télégraphe de M. Hughes dans le service de nos lignes les plus importantes. Il fonctionne maintenant d'une manière continue entre Paris, le Havre, Lille, Bordeaux, Lyon et Marseille avec une vitesse de quarante mots imprimés par minute, et une moyenne de cinquante à cinquante-cinq dépêches par heure.

Enfin, j'ajouterai que M. Hughes s'est mis entièrement à ma disposition pour l'instruction des employés spéciaux qu'un semblable service exige nécessairement.

Mais ces résultats, monsieur le ministre, ne sont pas les seuls sur lesquels je devais aujourd'hui appeler l'attention de Votre Excellence. Depuis son séjour à Paris, le professeur Hughes a entrepris de nouvelles études sur les parties de la physique qui servent de fondement à la télégraphie électrique. Il a été conduit aux résultats les plus remarquables. Par une série de recherches savamment combinées, M. Hughes a déterminé les lois d'après lesquelles le magnétisme se répartit dans les électro-aimants, et les règles à observer dans leur construction pour obtenir le maximum de force, question des plus complexes. Il a démontré que toute quantité de fer ajoutée à un électro-aimant en sus de celle qui correspond à ce maximum, diminue son énergie de la manière la plus sensible.

Il n'est plus permis de douter que tous les appareils construits jusqu'à ce jour ne l'aient été dans de très-mauvaises conditions. En se servant d'électro-aimants établis d'après les données qui lui sont propres, M. Hughes a pu faire fonctionner régulièrement devant moi, dans les ateliers de M. Froment, avec un circuit de 1,000 kilomètres, son télégraphe imprimeur, sans autre pile qu'un couple formé de deux aiguilles, l'une en cuivre et l'autre en zinc, séparées par une goutte d'eau. Assurément, il sera facile de réduire dans une proportion considérable la dépense des piles dont les bureaux télégraphiques font usage, tout en améliorant beaucoup la marche des appareils de transmission. Les travaux du professeur Hughes viennent d'ouvrir pour la télégraphie transatlantique des perspectives sur lesquelles il serait superflu d'insister.

Enfin, ils sont de la plus grande importance, non-seulement pour la télégraphie électrique, mais encore pour toutes les applications de l'électricité.

Ces travaux seront l'objet d'un mémoire spécial pour le monde savant et les constructeurs d'appareils électriques; mais M. Hughes s'étant empressé de faire hommage à l'administration des résultats auxquels il est arrivé, je ne pouvais, monsieur le ministre, tarder à en entretenir Votre Excellence et à la prier de les signaler à l'attention bienveillante de Sa Majesté.

Je serais heureux que Votre Excellence voulût bien, à cette occasion, demander pour M. le professeur Hughes la croix de la Légion d'honneur.

Le Directeur général,
V[te] H. DE VOUGY.

Paris, le 11 juillet 1864.

MONSIEUR LE MINISTRE,

A l'occasion des troubles survenus récemment sur divers points de l'Algérie, M. le gouverneur général signale l'intrépidité et le dévouement que les fonctionnaires, employés et agents du service télégraphique de la colonie ont déployés dans ces circonstances difficiles. D'après le rapport de M. le général de Martimprey, quelques-uns d'entre eux ont réalisé des prodiges d'activité et d'énergie pour le rétablissement des lignes, dont l'interruption aurait pu avoir les plus graves conséquences.

L'attention de Votre Excellence est notamment appelée sur le concours intelligent et courageux de M. Margerie (Eugène-Pierre-Victor), inspecteur de quatrième classe, placé à la tête du service de la province d'Oran. La vigoureuse impulsion qu'il a su imprimer aux agents placés sous ses ordres a puissamment contribué à assurer le maintien des communications au milieu des tribus révoltées. Chargé, en outre, d'organiser entre Mostaganem et Orléansville le bureau provisoire de Riou, il a rempli cette mission

dans des conditions périlleuses, et l'établissement du poste a rendu pendant l'insurrection de grands services à l'armée.

M. le gouverneur général demande pour M. Margerie la croix de chevalier de la Légion d'honneur.

Permettez-moi, monsieur le ministre, de m'associer au vœu exprimé en sa faveur. M. Margerie compte dans l'administration près de seize ans de service, dont douze en Algérie. Il a construit avec succès plusieurs lignes importantes dans la colonie, et principalement celles de Sidi-bel-Abbès à Tlemcen, de Tlemcen à Nemours et de Mostaganem à Relizane et l'Oued-Riou.

Je serais heureux que Votre Excellence voulût bien le juger digne de la distinction pour laquelle il est proposé, et soumettre à la sanction de Sa Majesté le projet de décret joint au présent rapport.

Le Directeur général,
Vte H. de Vougy.

Tarifs portugais. — A partir du 1er septembre, la taxe des dépêches simples échangées entre la France et le Portugal a été réduite à 5 francs. C'est un prix assurément bien réduit, eu égard à la distance considérable qui sépare les deux pays, et surtout eu égard à la taxe postale, qui est de plus de 3 francs entre Lisbonne et Paris. Au reste, le Portugal est en voie d'accomplir, ainsi que d'autres Etats européens, sa réforme télégraphique. On en jugera par les décrets suivants, que M. Jose Victorino Damasio, directeur général des télégraphes portugais, a bien voulu nous communiquer.

« Vu les doutes qui se sont élevés relativement à la transmission de différentes dépêches télégraphiques, S. M. le Roi, considérant que, nonobstant le nombre toujours croissant de télégrammes, les abus qui pourraient être commis avec préjudice public ou particulier ont été presque tout à fait inconnus; et considérant encore qu'il est de la plus grande utilité de faciliter le plus possible ce moyen de communication si précieux et si expéditif, juge à propos d'ordonner par la secrétairerie d'Etat des travaux publics, com-

merce et industrie, que le directeur général des télégraphes donne les ordres nécessaires aux chefs des bureaux télégraphiques, afin de recevoir sans difficulté les dépêches présentées, n'exigeant des porteurs ou expéditeurs respectifs le certificat d'identité de personne, indiqué par l'arrêté ministériel réglementaire du 16 juillet 1857, que dans les cas exceptés où, pour la garantie ou importance des communications, on jugera indispensable de prévenir les dommages ou contretemps fâcheux publics ou particuliers que l'on doit craindre de la contrefaction, et pour que la responsabilité des expéditeurs ou porteurs devienne effective en cas que cela aurait lieu.

« Palais, ce 25 mai 1864.

« JOAO CHRYSOSTOMO DE ABREU E SOUSA. »

« Le gouvernement étant autorisé, d'après l'article 12 du décret, ayant force de loi, du 20 juin 1857, à faire des altérations sur les taxes et frais relatifs à la transmission des dépêches privées par les lignes électro-télégraphiques ;

« Considérant qu'une réduction raisonnable sur les tarifs doit produire, comme l'expérience l'a prouvé, un accroissement correspondant dans le nombre des télégrammes, sans préjudicier au trésor, et avec grand avantage pour le public ;

« Considérant que le système d'un tarif uniforme est plus convenable à la forme et à l'étendue du territoire portugais que celui des zones et du parcours télégraphique pour fixer le prix de transmission des dépêches ;

« Considérant que, même dans les pays d'une bien plus grande étendue, le système d'un tarif uniforme a été adopté, en en reconnaissant l'avantage, et que ce système tend à devenir général partout ;

« Considérant que de l'adoption du système d'un tarif uniforme doit résulter, outre d'autres avantages, une simplification remarquable pour le service, et l'utilité qui proviendra de la facilité de ce précieux moyen de communication de la pensée à un prix si réduit étant bien grande pour le commerce, pour l'industrie et en général pour toutes les relations sociales ;

« D'accord avec le conseil des travaux publics et avec le directeur général des télégraphes, décrétons ce qui suit :

« ARTICLE 1er. Les dépêches privées, à partir du 1er juillet prochain, seront soumises au payement des taxes et des frais désignés dans les paragraphes suivants.

« § 1. Il y aura un seul tarif pour l'expédition de tous les télégrammes dans le royaume. Ce tarif sera de 300 reis [1] par dépêche simple, c'est-à-dire qui se composera de un à vingt mots. Pour chaque série de cinq mots ou fraction de cinq mots, au delà des vingt mentionnés, on payera 50 reis en sus.

« § 2. On doit compter comme un mot pour le payement des taxes télégraphiques :

« 1° Les numéros qui contiendront de un à cinq chiffres ;

« 2° Chaque série de un à cinq chiffres au delà des antécédents ;

« 3° Les noms composés, et de même les noms de famille et les titres de noblesse qui contiendront des mots inséparables ;

« 4° Les noms des rues, suivis du numéro de l'habitation et de l'étage, et de même les noms de l'hôtel, fabrique, caserne ou autres indications de résidence ou domicile.

« § 3. On ne compte pas les traits d'union et les signes de ponctuation; mais tous les autres signes seront taxés selon le nombre de mots nécessaires pour les traduire.

« § 4. L'indication des bureaux de l'expédition et de l'arrivée des dépêches, les noms des individus qui les envoient et à qui elles sont adressées, la date et les signatures des porteurs, ne seront pas taxés, excepté si elles se trouvent dans le texte des dépêches.

« § 5. Les expéditeurs pourront exiger que le bureau destinataire répète leurs dépêches au bureau d'expédition; dans ce cas ils doivent payer d'avance une somme semblable à celle qui aura été perçue pour la dépêche.

« § 6. Si les expéditeurs exigeaient qu'on leur donnât avis de l'heure à laquelle la dépêche sera arrivée au domicile de la personne à qui elle est adressée, ils payeraient la somme perçue pour une dépêche simple.

[1] Le teston de 100 reis vaut 51 centimes.

« § 7. La dépêche adressée à plus d'un individu payera la ta correspondante et encore une taxe additionnelle pour les cop qui seront expédiées. Cette dernière taxe sera de 100 reis pc chaque copie, excepté la première.

« § 8. La remise des dépêches au domicile des destinataires se faite gratis, s'ils demeurent dans la ville, le village, etc., où trouve le bureau de destination; mais au dehors, on payera sommes désignées dans le règlement.

« Art. 2. Le prix du service de nuit, dans les bureaux où i en aura, sera le même que celui qui se trouve établi pour le jou

« Art. 3. Les articles 9, 10 et 11 du décret du 20 janvier 18 restent ainsi altérés et substitués; et toutes les dispositions co traires à celles-ci révoquées.

« Le ministre et secrétaire d'Etat des travaux publics, du com merce et de l'industrie se le tienne pour ordonné et le fasse exécute

« Palais, ce 28 mai 1864. ROI.

« Joao Chrysostomo de Abreu e Sousa. »

M. Minotto nous écrit pour réclamer contre l'omission, dans l rapport de M. Fleeming Jenkin, de la pile qu'il a inventée et qu figurait à l'Exposition de Londres de 1862. « Les informations qu je reçois journellement, dit-il, sur ses grands avantages de régula rité et d'économie méritaient bien qu'on en fît mention. Elle es utilisée dans plusieurs bureaux de notre gouvernement, dans tous ceux de la Société des chemins de fer de la Lombardie et de l'Italie centrale, en Belgique, en Portugal, en Espagne, avec une constance parfaite et une durée d'une année, sans qu'on ait besoin d'y toucher. M. Hipp, qui l'a employée avec des horloges électriques, la considère comme résolvant le problème de la manière la plus satisfaisante. »

A propos de ce même rapport, M. Minotto réclame aussi la priorité d'invention du système qui n'exige des piles que dans les stations extrêmes. Ses droits ont déjà été constatés dans les *Annales* (t. IV, p. 191). Enfin il nous fait observer que l'idée des armatures mobiles avec bobine des relais Digney, attribuée à tort à Melloni, est due à M. Maroni, ingénieur-chef des télégraphes de la compagnie des chemins de fer de la Lombardie et de l'Italie centrale.

H. Blerzy.

DESCRIPTION

DU

TÉLÉGRAPHE MAGNÉTO-ÉLECTRIQUE

DE MM. HALSKE ET SIEMENS.

Ce nouveau système de transmission comprend : 1° un appareil d'induction magnéto-électrique, appelé *générateur du courant*, et qui est en même temps le manipulateur; 2° un récepteur qui ne diffère de l'appareil Morse ordinaire que par l'application directe au style de la combinaison magnéto-électrique connue depuis longtemps sous le nom de relais Siemens; 3° enfin d'un jeu de réglets à gorge, destinés à recevoir les transmissions composées au moyen de types qui sont découpés de manière à reproduire chacun un signal de l'alphabet Morse. L'appareil est représenté de face dans la figure 1 et de côté dans la figure 2 (planc. IV). La figure 3 représente le levier de contact, le réglet compositeur et une partie du générateur vue de face et de côté. La figure 1 *bis* indique la marche du courant.

Le générateur du courant G (fig. 1, 2 et 3) est le même que celui que nous avons décrit dans les *Annales* (t. VI, p. 260), c'est-à-dire qu'il se compose d'un électro-aimant droit qui tourne entre deux systèmes de lames aimantées. Ces lames sont au nombre de vingt-quatre, douze de chaque côté de l'électro-aimant. Elles sont parallèles entre elles et perpendiculaires à l'électro-aimant, à la surface duquel elles présentent d'un côté douze pôles positifs et de l'autre douze pôles négatifs. Ces pôles sont d'ailleurs tous situés dans un plan passant par l'axe de l'électro-aimant. Le fer doux de l'électro-aimant a la forme d'une sorte de navette tournant autour de son plus grand axe et dont les surfaces de polarisation viennent s'épanouir sur le contour du cylindre. Il résulte de ces dispositions que dans la rotation, la polarisation instantanée que le fer doux

reçoit des lames aimantées change à chaque demi-tour imprimé au système. Le courant qui est par suite développé dans le fil de l'électro-aimant est alternativement positif ou négatif.

Dans l'application de ce générateur à l'appareil à cadran, la rotation du cylindre se fait à la main au moyen d'engrenages, établis dans un rapport déterminé par le nombre des émissions de courant nécessaire pour faire exécuter à l'aiguille un tour complet du cadran. Dans ce nouvel appareil, la rotation est obtenue par un volant à pédale. Au moyen d'une vis sans fin que porte l'électro-aimant, cette rotation est transmise à un pignon qui s'engrène dans une crémaillère faisant corps avec les réglets de composition. La marche de ces réglets est ainsi dans un rapport fixe et calculé avec la rotation du générateur du courant [1].

Les réglets de composition ont environ 60 centimètres de longueur et 3 centimètres de hauteur. Ils sont analogues aux composteurs d'imprimerie, ils peuvent s'emboîter à la suite l'un de l'autre et sont maintenus par une coulisse. Les types sont placés successivement dans une gorge garnie intérieurement d'une crémaillère qui correspond exactement à celle dont nous avons parlé et qui, placée extérieurement, s'engrène avec le pignon et fait marcher la composition avec une vitesse en rapport déterminé avec la rotation du générateur inducteur. Cette crémaillère intérieure est indispensable, elle sert à déterminer le sens du courant qui sera transmis.

Nous avons vu, en effet, que le générateur produit alternativement des courants de sens contraire; si ces émissions se succédaient dans le récepteur, il n'en résulterait que des points. Mais dans le récepteur, on règle l'armature polarisée du style, de telle sorte qu'elle reste, après une première émission du courant, sous l'influence du pôle qui l'a attirée, jusqu'à ce qu'il arrive une émission de courant de sens contraire. Ainsi chaque trait ou chaque point de la transmission est produit par deux émissions de courant, l'un positif, l'autre négatif. Mais pour marquer un point,

[1] Dans l'appareil que représente le dessin, les réglets sont entraînés directement par la vis sans fin. Cette disposition a été modifiée dans les derniers modèles.

ces deux courants sont deux émissions successives du générateur, tandis que pour faire un trait, on supprime, au moyen des contacts que nous allons décrire, la seconde émission de courant et la troisième, et on ne laisse se développer que la première émission et la quatrième. Pour obtenir ce résultat, les types métalliques sont découpés en forme de dents, et le circuit du courant est fermé ou interrompu par l'intermédiaire du levier coudé H (fig. 3). Le bras horizontal de ce levier se termine en prisme, le bras vertical est un ressort de contact platiné qui se meut entre les vis K, K' et K''. Un ressort Y tend à maintenir ce levier contre les vis K' et K''. Mais lorsqu'un des réglets vient à passer sous le bras horizontal, le bras du levier H est soulevé par les dents des types et vient se mettre en contact avec la vis K; cette communication est interrompue dans les intervalles des dents par l'effet du ressort de rappel Y.

Le levier H communique (fig. 1 *bis*) avec l'une des extrémités du fil du générateur, la vis K est en relation avec la terre, et l'autre extrémité du fil générateur communique avec la terre, à travers le récepteur du correspondant. Le circuit sera donc fermé et recevra toutes les émissions de courant qui se produiront dans le générateur pendant le contact du levier avec la vis K; les émissions ne pourront avoir lieu lorsque cette communication sera interrompue.

Or, nous avons vu que des émissions successives de courant produisent seulement des points et qu'une interruption des émissions pendant un certain temps produit un trait ou un blanc, suivant le sens du dernier courant émis; par conséquent, les types dont la marche est réglée par celle du générateur ont une fonction inverse de celle de toutes les autres transmissions manuelles ou automatiques de l'appareil Morse. Ils produisent un contact plus ou moins long, lorsqu'ils doivent donner des points, et une interruption du circuit lorsqu'ils doivent donner une barre ou un blanc. Les dents représentent les points et leurs intervalles, les traits ou les blancs. Les types sont découpés dans les proportions voulues pour produire ces actions. En outre, ils portent tous un onglet

qui ne peut se loger que dans l'intervalle des dents de la crémaillère formant un des côtés verticaux de la gorge du composteur. La position que les caractères occupent se trouve par là repérée si exactement par rapport au mouvement du générateur du courant, que chaque contact du levier H avec la vis K se produit ou cesse rigoureusement au moment de l'émission du premier ou du dernier courant de sens convenable.

On peut donc ainsi obtenir à volonté des traits, des points et des blancs dans un ordre déterminé et en n'employant que des émissions de courant très-courtes.

Les dispositions de cet appareil sont très-ingénieuses, la sûreté des contacts et des émissions est toute mécanique et à l'abri de la plupart des inconvénients qui ont fait échouer les transmissions automatiques de l'appareil Morse à l'aide de compositions faites à l'avance. L'emploi de courants induits et la sensibilité du récepteur permettent de transmettre à de grandes distances. Il paraît que la vitesse obtenue s'élève à plus de soixante mots par minute. Le système de MM. Halske et Siemens paraît être, sous tous ces rapports, supérieur à tout ce qui a été produit pour la transmission rapide des signaux Morse.

De Breitenbach.

DOCUMENTS

RELATIFS

AU PROJET DE FUSION DES ADMINISTRATIONS

DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES.

Mémoire présenté par M. Vandal, directeur général des postes.

La poste et la télégraphie sont deux agents solidaires l'un de l'autre, nés du même ordre d'idées et ayant un but commun, celui de favoriser la locomotion de la parole et de la pensée.

Séparés, ils présentent l'anomalie de deux organes d'une même machine fonctionnant isolément, quand le but est le même.

Réunis, leur action concentrée développerait plus de puissance qu'une action divergente et isolée.

Le mouvement du siècle et le vœu de l'opinion appellent la fusion de tous deux.

Écartant toute pensée de recherche d'attributions, et se plaçant au seul point de vue des intérêts généraux, on est amené à reconnaître que la réunion présenterait des avantages. En effet, l'objet est le même dans les deux services; leurs agents, sédentaires ou nomades, accomplissent la double fonction de recevoir des dépêches et de les porter à domicile. On sait combien l'appareil télégraphique est facile à manier et combien il se prête aux aptitudes des femmes (la poste emploie 2,080 directrices). Les plus

petits buralistes de la poste, hommes et femmes, obligés de se tenir tout le jour derrière leurs guichets pour attendre le public, connaîtraient promptement le jeu de l'appareil, et leur concours permettrait d'augmenter le nombre des stations. Aujourd'hui le service télégraphique ne compte encore que 1,147 stations, dont 847 dans des localités siéges de bureaux de poste, tandis que la poste compte 4,558 établissements; il serait donc possible de doter plus de 3,000 localités d'un perfectionnement qui, jusqu'ici reste l'apanage exclusif de quelques villes favorisées.

Faut-il ajouter que la comptabilité est identiquement la même dans les deux services, comme dans tous les services publics?

Sous le régime actuel, les grands centres sont convenablement servis, mais les localités secondaires ne le sont pas. Les ouvertures de stations nouvelles ne se font qu'à prix d'argent, et le développement du service télégraphique est continuellement arrêté par cette considération, que les dépenses des créations dépasseraient l'importance du service rendu et le produit de ce service. Sauf dans les grandes villes, où le mouvement est incessant, on voit parfois, dans un certain nombre de stations télégraphiques, des employés attendant quelques rares dépêches dont le prix est loin d'égaler les frais du personnel qu'elles entraînent. Cette observation a été souvent répétée par les membres du Corps législatif, qui en ont été frappés. La nécessité de payer un personnel insuffisamment occupé empêchera toujours d'accroître le nombre des stations télégraphiques en raison des besoins, tandis que le personnel des postes, répandu sur tout le territoire de l'Empire, ferait face à tous les besoins avec une allocation peu considérable. Augmenter, par exemple, le travail d'un quart

et la rémunération d'un huitième serait une combinaison éminemment favorable au service, au budget et aux agents.

18,000 facteurs de la poste, se rendant journellement dans chacune des 38,000 communes de l'Empire, assistés des facteurs télégraphiques et embrigadés sous une combinaison nouvelle, seraient les agents secondaires de la transmission électrique et en porteraient le bienfait jusqu'aux communes les plus reculées.

Le transport des petites valeurs, transport si utile aux classes pauvres, et qui s'accomplit aujourd'hui par le mouvement d'un nombre immense de mandats (3,710,000 en 1863), soumis à toutes les chances d'erreurs ou d'infidélités du service postal, s'opérerait avec sécurité sur un simple signe de l'appareil électrique. Le bureau qui a reçu donnerait avis au bureau qui doit payer; le destinataire, informé par l'expéditeur, n'aurait plus qu'à se présenter, et toute formalité intermédiaire serait ainsi supprimée.

La fusion, en un mot, tendrait à vulgariser et à démocratiser l'emploi d'un phénomène qui jusqu'à présent n'a prêté son concours qu'aux classes riches.

Au point de vue budgétaire, la fusion réaliserait l'économie suivante : le personnel télégraphique est monté avec un luxe réel, luxe qui a été remarqué par le Corps législatif et qui n'est pas étranger au mouvement d'opinion qui se produit aujourd'hui.

L'administration des télégraphes compte 10 inspecteurs généraux au traitement de 10,000 francs et 89 inspecteurs au traitement moyen de 6,000 francs. La poste compte en tout 102 inspecteurs au traitement moyen de 5,000 francs.

36 sous-inspecteurs pour le service du télégraphe touchent chacun 4,000 francs; 33 sous-inspecteurs pour

tout le service des postes sont appointés à 2,200 et à 2,500 francs.

Les chefs de station des télégraphes, qui correspondent aux directeurs des petits bureaux de poste, ont des traitements de 2,200 à 2,500 francs; les traitements des directeurs de bureaux de poste simples sont calculés sur une moyenne de 1,200 francs.

Enfin, les 459 facteurs du télégraphe ont des salaires de 800, 900 et 1,000 francs; les salaires des facteurs ruraux de la poste, dont on connaît le sort, sont réglés au taux moyen de 500 francs.

Ramenant à une moyenne ces différents traitements, on rétribue avec la même somme un plus grand nombre de bras, résultat qui constitue l'économie de l'avenir.

Le personnel télégraphique compte 3,508 agents, ainsi divisés :

99 inspecteurs généraux et départementaux,
163 chefs de station,
1,975 commis,
459 facteurs, etc.,

Le personnel des postes embrasse :

102 inspecteurs,
4,458 directeurs ou distributeurs (hommes ou femmes),
2,086 commis,
20,360 facteurs, chargeurs, etc.,
en tout 27,369 personnes.

Le premier compte donc un agent supérieur sur 36 subordonnés et constitue un état-major sans soldats; le second compte 1 agent supérieur sur 268 subordonnés et constitue une armée sans officiers. La fusion doterait immédiatement l'un et l'autre service des conditions qui lui manquent, c'est-à-dire la télégraphie des bras nécessaires

au maniement de ses appareils, et la poste d'un cadre supérieur, qui lui fait défaut aujourd'hui.

Dans l'hypothèse de la réunion, les agents des postes seraient chargés de la manipulation et les agents télégraphiques, qu'on dit généralement éclairés et instruits, de la partie technique, c'est-à-dire de la préparation des piles et de la surveillance des appareils de transmission. Dirigés avec mesure, avec bienveillance et avec des égards pour les droits acquis, ceux d'entre ces agents dont le nombre excéderait les besoins des deux services réunis, trouveraient bientôt leur place, par suite du développement que la réunion appellerait après elle.

En un mot, l'économie résulterait de ce fait, que l'ensemble des sommes affectées aux deux services produirait un plus grand effort qu'aujourd'hui et éviterait à l'avenir des dépenses qui menacent d'être considérables.

Une autre économie naîtrait de la réunion des deux services dans un même local; il est hors de doute que le local actuel des bureaux de poste, légèrement agrandi pour recevoir l'appareil électrique, suffirait aux besoins, et qu'un second local deviendrait inutile.

Enfin, un seul état-major, au lieu de deux, surveillerait l'exécution de certaines dispositions de services identiques. Sauf la partie technique, qui resterait confiée à des agents spéciaux, les mesures d'exécution et de surveillance sont d'ordre purement administratif, et un seul inspecteur par département, au lieu de deux qui existent aujourd'hui [1], suffirait pour assurer la régularité du service.

Ce sont ces faits qui ont frappé les esprits et qui provoquent les réclamations actuelles. La conscience publique

[1] Le département de l'Ardèche ne compte que quatre stations télégraphiques. Il a un inspecteur pour les surveiller.

s'élève contre ce préjugé de l'Administration française, de tendre à s'isoler plutôt que de se concentrer : l'isolement conduit à la faiblesse, à l'énervement, à la dépense, tandis que la concentration crée la force et l'économie. Tous les États de l'Europe, sauf l'Angleterre, où la télégraphie est aux mains de l'industrie privée, ont évité l'écueil de l'Administration française et ont réuni la poste et le télégraphe électrique.

Aujourd'hui le vœu du pays appelle la fusion, et le Corps législatif qui, lors de la discussion des précédents budgets, a plusieurs fois interpellé le gouvernement sur la question, manifeste une opinion très-prononcée. Les intérêts de l'industrie demandent de nouvelles stations télégraphiques; ces intérêts s'irritent de voir passer au-dessus d'eux des fils qu'un simple embranchement mettrait en communication avec leurs bureaux de poste, et il est constant que, dans le système actuel, les créations nouvelles ne s'effectueront que moyennant des dépenses assez lourdes et sans promettre, au moins d'ici à longtemps, des recettes correspondant aux dépenses. L'exploitation télégraphique ne paye pas ses frais; ses dépenses sont évaluées à 8,983,000 francs et ses recettes à 8,850,000 francs [1]; tandis que la poste, après avoir acquitté 24 millions de subventions maritimes, dont le caractère est tout politique, donne encore un bénéfice net de plus de 10 millions. Les esprits se préoccupent d'une dépense dont on n'aperçoit pas la limite, d'appétitions qui ne sont pas satisfaites, et de produits budgétaires qui échappent à une réalisation facile, attendu que presque tout le produit des dépêches transmises par les bureaux de poste investis de l'attribution nouvelle constituerait un

[1] Tous les chiffres compris dans la présente note sont extraits du projet de budget de 1865.

bénéfice net. La civilisation a ses exigences, qu'il convient de ne pas méconnaître trop longtemps, et l'expansion du mouvement économique qui se produit depuis douze ans appelle des développements correspondants dans les moyens d'action destinés à servir ce mouvement. Sans doute, tout n'est pas légitime dans les réclamations produites; mais l'observation et la pratique révèlent qu'il est un certain nombre de besoins réels qui ne sont pas satisfaits, et que le développement de la télégraphie est l'un de ces besoins. Avec le système des administrations séparées, l'État ne peut le satisfaire qu'au prix de sacrifices sérieux; avec la fusion, c'est-à-dire en développant quelque peu l'organisation élastique d'une administration toute montée et répandue partout, l'État satisfait les intérêts et éteint les réclamations.

La réunion des deux services doit s'opérer un jour virtuellement par l'autorité de la raison et la pression de l'opinion; mais plus elle sera retardée, plus elle sera difficile et plus il faudra d'efforts pour rompre le faisceau d'intérêts privés qui s'opposeront à son accomplissement.

En résumé, les deux services ont un objet commun et des procédés qui se rapprochent l'un de l'autre.

Le développement de la télégraphie est réclamé avec instance, et ce développement ne peut s'obtenir aujourd'hui qu'à prix d'argent.

A côté du service télégraphique, il existe un autre service sympathique aux populations, en contact journalier avec leurs intérêts, et dont les agents, sédentaires ou nomades, accomplissent la double fonction de recevoir des dépêches et de les porter à domicile.

Augmenter le travail de ces agents, en ajoutant quelque chose à leur salaire, est une opinion qui a fait un chemin rapide dans l'esprit public.

Assistés et dirigés par le personnel intelligent de la télégraphie, ces agents seraient bientôt au courant de leurs nouvelles obligations.

La même somme d'argent, réunie au lieu d'être divisée, produirait une plus grande somme de travail que par le passé, résultat qui constituerait l'économie de l'avenir.

Le produit des stations nouvellement ouvertes représenterait presque entièrement un bénéfice net pour le Trésor.

Le pays accueillerait avec satisfaction une mesure qui tendrait à développer les éléments de son industrie et de sa fécondité.

Le Corps législatif saurait gré au gouvernement de la satisfaction donnée à un vœu exprimé par lui et très-énergiquement prononcé.

Donc, et sous le triple rapport économique, administratif et budgétaire, la mesure serait utile et populaire; faire de la bonne administration, de l'administration sympathique aux masses, c'est faire de la bonne politique, en témoignant aux populations de la sollicitude du gouvernement.

Enfin la réunion des deux services est commandée par une considération décisive, elle est le seul moyen de servir les localités secondaires; autrement ces localités attendront toujours en vain les bienfaits de la télégraphie.

Paris, le 3 mars 1864.

Le conseiller d'État, directeur général des postes,

ED. VANDAL.

Rapport du directeur général des lignes télégraphiques au ministre de l'intérieur.

Paris, le 20 avril 1864.

MONSIEUR LE MINISTRE,

La commission du Corps législatif chargée d'examiner le projet de budget de 1865 ayant émis le vœu de la fusion des postes et des télégraphes, Votre Excellence m'a invité à soumettre la question à une étude attentive et à lui en faire connaître le résultat.

J'ai l'honneur de répondre à ce désir.

Mon rapport se divise en deux parties.

La première comprend l'exposé sommaire de l'organisation du service télégraphique et des attributions du personnel.

Cet exposé m'a paru de nature à répandre la lumière sur la discussion.

La seconde partie est consacrée à l'examen du projet de fusion des postes et des télégraphes.

PREMIÈRE PARTIE.

ORGANISATION DU SERVICE TÉLÉGRAPHIQUÉ.

1° *Lignes et stations.*

Il existait au 1er janvier 1864, sur le territoire de l'Empire, non compris l'Algérie, 1,252 bureaux télégraphiques.

Est-il besoin de faire remarquer qu'il n'était pas possible de les relier un à un par des fils spéciaux?

Des difficultés matérielles insurmontables, des considérations financières, des raisons de service s'opposaient à l'exécution d'un réseau qui, pour 1,252 bureaux, eût exigé 1,567,504 fils.

Il importait donc d'assurer le service des transmissions par d'autres procédés que la multiplication des fils.

Une organisation méthodique des stations et l'emploi d'appareils perfectionnés ont permis d voir au moyen d'un réseau composé de 541 fils et d'un petit nombre de fils appartenant aux co de chemins de fer.

Stations de dépôt. — Sur des points convena choisis sont ménagées des stations de dépôt, don est de recevoir et de diriger plus loin les dépêche leur sont pas destinées.

Le chef-lieu d'arrondissement centralise ou cent les dépêches des bureaux cantonaux de cet arro ment.

Le chef-lieu de département joue le même rôle p port aux chefs-lieux d'arrondissement.

Enfin les stations principales, Paris, Lyon, Mar Bordeaux, Toulouse, Strasbourg, Lille, etc., reço pour les distribuer dans toutes les directions, les dép qui affluent des chefs-lieux de département.

Les moyens de communication dont sont pourvu différents postes augmentent à mesure qu'on s'élève d la série des dépôts.

Le chef-lieu d'arrondissement n'est relié qu'au chef-l de département.

Le chef-lieu de département est en relation directe av les départements voisins et avec un ou plusieurs centr principaux de dépôt.

Des fils venant de toutes les directions convergent ver les dépôts principaux.

Réseau. — *Classification des fils.* — Le réseau de l'Éta comprend :

rects de grande communication.	58
rects de moyenne communication.	96
nterdépartementaux.	55
épartementaux.	282
uxiliaires	50
Total.	541

ne que les stations, les fils du réseau ont un rôle é à l'avance. On ne saurait changer les condi- eur fonctionnement sans apporter la perturbation ervice général auquel ils participent tous.

ls directs établissent une communication immé- tre les postes extrêmes, centres télégraphiques nts, qui sont les réservoirs vers lesquels conver- s dépêches pour se répandre de là sur tous les du globe.

ils interdépartementaux relient entre eux les chefs- le département situés sur leur parcours, et servent lations des départements placés dans une même t.

fils départementaux relient les chefs-lieux d'arron- nent au chef-lieu de département.

s *fils auxiliaires,* établis entre des localités qui ap- ennent à des départements voisins, répondent à des ins spéciaux qui souffriraient de l'application rigou- e des règles de transmission. Ainsi Marans et Luçon, ieu de communiquer entre eux par l'intermédiaire de s chefs-lieux de département, correspondent par un uxiliaire.

e nombre de ces divers fils et celui des bureaux qui vent en user sont déterminés d'après les besoins con- s du service, de manière à établir l'équilibre entre le vail et les moyens d'action. L'interposition d'un autre

bureau peut détruire l'équilibre et conduire à l'augmentation des fils.

Appareils. — Parmi les ressources qui permettent de restreindre le développement du réseau, se trouve encore l'emploi d'appareils perfectionnés, qui sont sans doute d'une manipulation difficile, mais qui rachètent cet inconvénient par des avantages incontestables.

Tel est l'*appareil de M. Hughes,* qui permet de transmettre ou de recevoir 50 dépêches de 20 mots par heure, tandis que la moyenne des télégrammes expédiés par l'appareil Morse ne dépasse pas 15.

Tel est encore l'*appareil de M. Caselli,* au moyen duquel le destinataire d'une dépêche reçoit le fac-simile de l'écriture de son correspondant.

Travail des transmissions. — A l'aide des renseignements qui précèdent, il est facile de se rendre compte du service des transmissions.

Il en résulte que les dépêches ne sont pas envoyées directement et d'un seul trait à destination. Leur route est, au contraire, fractionnée en sections qu'elles parcourent successivement.

Ainsi, une dépêche de La Tour-du-Pin pour Compiègne devra, avant d'arriver à destination, aller à Grenoble, de là à Lyon, de Lyon à Paris, de Paris à Beauvais et de Beauvais à Compiègne.

Si l'on tient compte de ces transmissions successives, on arrive, pour représenter le travail télégraphique en 1863, au chiffre de 12 millions de transmissions.

D'un autre côté, tous les bureaux, depuis le simple chef-lieu d'arrondissement jusqu'au dépôt de premier ordre, participent au travail général dans une proportion dont le service local ne donne pas toujours l'idée.

C'est ainsi que, dans un bureau qui semble n'avoir que

le rares dépêches et de nombreux loisirs, le transit occupe l'employé d'une manière incessante, soit pour recevoir les dépêches et les réexpédier plus loin, soit pour veiller à ce que les appareils qui suppléent à cette double transmission fonctionnent toujours avec régularité.

2° *Personnel.*

Voici maintenant quelle est la part des divers fonctionnaires et agents de l'Administration dans le travail.

Ceux qui y concourent d'une manière immédiate sont :

Les inspecteurs,

Les directeurs de transmissions et les chefs de station,

Les employés,

Les facteurs,

Les surveillants.

Inspecteurs. — L'action des inspecteurs départementaux s'étend sur toutes les parties du service de leur circonscription.

« L'inspecteur dirige les travaux d'établissement et d'entretien des lignes et des bureaux ;

« Il contrôle le service de la transmission des dépêches et celui de la perception des taxes ;

« Il pourvoit au payement des dépenses de toute nature [1]. »

Examinons ce que chacune de ces attributions lui impose de travail.

L'ensemble du réseau se composant de 26,684 kilomètres de ligne et de 90,327 kilomètres de fil, abstraction faite du réseau sémaphorique, il en résulte par département et par inspecteur une moyenne de 300 kilomètres de ligne et de 1,000 kilomètres de fil.

[1] Arrêté ministériel du 28 janvier 1862.

L'établissement du réseau cantonal entraînera la construction de 28,689 kilomètres de lignes neuves et la pose de 9,929 kilomètres de fil sur les lignes déjà existantes.

Le réseau est donc destiné à atteindre dans un avenir prochain un développement de 55,373 kilomètres de ligne et 128,000 kilomètres de fil; soit par département plus de 600 kilomètres de ligne et 1,400 kilomètres de fil à entretenir.

Or, une condition essentielle d'une prompte transmission consiste dans la parfaite conductibilité des fils télégraphiques.

Une malfaçon, une trace d'oxydation en certains points arrête la marche du courant et interrompt le travail.

Des visites fréquentes et attentives, effectuées par l'inspecteur, qui seul possède la compétence nécessaire pour apprécier sûrement l'état de la ligne, sont donc nécessaires.

D'un autre côté, durant la mauvaise saison, l'inspecteur doit se tenir constamment prêt à se porter sur un point quelconque de son département: car, quelle que soit la solidité donnée aux lignes, l'expérience démontre qu'elles ne résistent pas toujours aux grandes tourmentes de l'hiver.

Les lignes sont donc pour les inspecteurs une cause de travail important; de leur entretien régulier dépend tout le service.

Quant aux stations, le nombre en était, au 1er janvier 1864, de 1,252.

Il s'élèvera à 4,000 par la construction du réseau cantonal, ce qui placera sous le contrôle de l'inspecteur une moyenne de 40 bureaux par département.

Les exigences de ce contrôle deviendront d'autant plus grandes que les agents seront moins expérimentés et auront

besoin d'une direction plus immédiate. Si on oblige l'inspecteur à les visiter deux fois par trimestre, et l'on ne saurait moins faire, ce fonctionnaire se trouvera absent de son domicile 80 jours par trimestre, soit plus de 300 jours par an.

Comme on peut admettre que, dans certains cas, plusieurs bureaux seront visités le même jour, le chiffre des jours de tournée se réduit à 200.

Quelquefois elles concorderont avec l'inspection des lignes; souvent, au contraire, les deux opérations resteront distinctes, et cela arrivera toutes les fois que des dérangements ou des incidents imprévus se produiront, soit sur les lignes, soit dans les bureaux.

En évaluant à 30 jours le temps absorbé par ces nécessités particulières, on arrive, pour la partie active du service de l'inspecteur, à un emploi annuel de 230 jours. Reste 70 jours pour l'accomplissement du travail administratif.

Ce travail comprend :

1° Le contrôle de la perception des taxes. Les recettes étant évaluées pour 1865 à 9 millions, il en résulte par département une moyenne de 100,000 francs, fractionnés généralement en coupures de 2 francs.

2° La liquidation et le mandatement des dépenses de personnel et de matériel.

3° La correspondance avec l'Administration, les stations et les expéditeurs.

Directeurs de transmission et chefs de station. — A la tête des bureaux télégraphiques sont placés des directeurs de transmission ou des chefs de station.

Les premiers gèrent les bureaux des chefs-lieux de département.

Les seconds gèrent ceux des autres bureaux qui comportent plus d'un employé.

« Les directeurs prennent les mesures nécessaires pour assurer aux dépêches la transmission la plus sûre et la plus prompte. Ils donnent à cet égard les instructions convenables aux chefs des stations du département.

« Les directeurs de transmission et les chefs de station sont responsables de l'expédition et de la traduction des dépêches officielles et privées.

« Ils sont comptables des recettes de la télégraphie.

« Les chefs de station prennent part au maniement des appareils, toutes les fois que ce concours est utile[1]. »

Le contrôle dont les directeurs et les chefs de station sont investis les oblige à vérifier et à viser toutes les dépêches qui arrivent à leurs bureaux. Ils s'assurent, par des vérifications fréquentes et minutieuses, que les retards, les oublis, les irrégularités de toute sorte sont évités.

On se fait une idée de ce travail en rapprochant le chiffre (12 millions) représentatif des transmissions en 1863, et celui des bureaux de l'État (537), sur lesquels a pesé presque exclusivement le service des transmissions.

Les directeurs et chefs de station veillent au bon état des communications intérieures de leurs bureaux, au jeu régulier des appareils, à la bonne direction des dépêches, et parent à tous les incidents d'un service soumis, par la nature du matériel employé, à des chances nombreuses de perturbations.

Outre ces attributions, qui les obligent à une intervention incessante dans les détails du service, ils tiennent la comptabilité des taxes et dressent personnellement les bordereaux, qui permettent à l'inspecteur et à l'Administration centrale de contrôler leurs opérations. Or, les recettes de la télégraphie privée sont évaluées, pour 1865,

[1] Arrêté ministériel du 28 janvier 1862.

à près de 9 millions, et les écritures nécessitées par leur enregistrement, quoique réduites à la dernière limite de la simplicité, donneront en se répétant un travail considérable.

Dans les bureaux dont le personnel ne comprend qu'un chef de station et un employé, le premier partage avec le second le service de l'appareil et reste en outre seul chargé de tout le travail de direction.

Il convient de noter aussi la correspondance que les directeurs et chefs de station entretiennent avec l'inspecteur et avec l'Administration centrale.

Employés. — « Les employés manœuvrent et entretiennent les appareils, reçoivent et expédient les dépêches, et coopèrent à la perception des taxes [1]. »

Quatre systèmes d'appareils sont en usage :

L'appareil Caselli,

L'appareil Hughes,

L'appareil Morse,

L'appareil à cadran.

Cette énumération donne une idée de l'instruction et de l'expérience que doit posséder un employé pour remplir convenablement ses fonctions. Il faut une année pour former un bon agent à la manœuvre de l'appareil Hughes.

Le nombre des employés en 1863 était d'environ 1,500. Ils ont eu 12 millions de transmissions à se partager, sans compter l'obligation de faire le service au guichet dans les bureaux, de beaucoup les plus nombreux, où un employé spécial n'est pas préposé à ce service.

Facteurs.— « Les facteurs sont chargés de la distribution des dépêches à domicile et du service intérieur des bureaux [2]. »

[1] Arrêté du 28 janvier 1862.

[2] *Idem.*

En 1863, 600 facteurs pour distribuer 2,554,867 dépêches, qui exigent en moyenne une course d'une demi-heure chacune, soit pour chaque facteur 12 courses e environ 6 heures de marche par jour.

A ce travail il faut ajouter le service intérieur du bureau, la tenue de la pile et les diverses courses à faire en dehors de la distribution des dépêches.

Surveillants. — « Les surveillants sont préposés à l'entretien des lignes et exécutent les travaux de toute nature qui leur sont prescrits par l'inspecteur.

« Lorsque l'organisation ou les besoins du service l'exigent, ils prennent part au service du port des dépêches[1]. »

A chaque surveillant est attribué un parcours de 45 kilomètres pour les lignes sur route, et de 75 kilomètres pour les lignes sur chemin de fer.

En déduisant les dimanches et fêtes, il reste annuellement 300 jours de travail.

60 étant absorbés par les travaux de restauration faits collectivement deux fois chaque année par tous les surveillants d'un même département, le nombre de jours disponibles se réduit à 240, soit 20 par mois.

Or, sur ces 20 jours, 15 sont pris, soit pour les tournées régulières, qui sont en moyenne de trois par mois, soit pour les tournées éventuelles qu'occasionnent des événements imprévus, et dont il faut compter une par mois.

Les surveillants passent les 5 jours qui restent au bureau télégraphique, prêts à se rendre sur les points où des dérangements seraient signalés.

Ils concourent aussi au port des dépêches, quand leur travail normal ne s'y oppose pas.

Des réductions ont pu être opérées dans le personnel des facteurs, grâce à cette combinaison.

[1] Arrêté du 28 janvier 1862.

DEUXIÈME PARTIE.

EXAMEN DU PROJET DE FUSION.

Dans la pensée de ceux qui l'ont conçue, la fusion aurait pour résultat :

1° De favoriser le développement de la télégraphie, de manière à en donner la jouissance immédiate à toutes les localités pourvues d'un bureau de poste;

2° De diminuer les frais généraux d'exploitation, en permettant de réaliser des économies sur le personnel et les locaux des stations.

Faut-il compter sur ces avantages?

I

Nécessité de construire un réseau cantonal. — L'ouverture des bureaux cantonaux ne dépend pas de tel ou tel moyen d'exploitation, comme la croyance s'en est accréditée à tort.

Le point essentiel est l'établissement des lignes qui doivent faire communiquer les chefs-lieux de canton avec des centres télégraphiques déjà existants.

Le réseau actuel, en effet, a sa fonction déterminée; à de rares exceptions près, il ne peut se prêter à l'installation de postes nouveaux.

Un réseau spécial doit donc être construit pour faire pénétrer la télégraphie dans les cantons.

Dépense totale, 12 *millions.* — La dépense est évaluée à 12 millions pour les 2,416 chefs-lieux cantonaux.

C'est là une dépense indépendante du système d'exploitation.

La poste, comme la télégraphie, serait obligée de la subir.

Est-il urgent, d'ailleurs, de donner à la télégraphie une pareille extension? Y a-t-il, dans l'état actuel des choses, des intérêts importants laissés en souffrance?

Des considérations sérieuses permettent d'en douter, et ce qui se produit dans les gares, confirme ces doutes.

700 gares sont ouvertes à la télégraphie privée; les localités où ce service fonctionne sont de même ordre que celles qui entreraient dans le réseau cantonal; cependant elles ne produisent pas annuellement une recette de 150,000 francs, correspondante à une demi-dépêche par jour et par gare.

Il convenait donc de rechercher, par des enquêtes locales, les points de l'empire où il était opportun d'établir le télégraphe.

Les Conseils généraux ont été consultés en 1862, et 344 localités seulement ont été désignées.

Dépense urgente, 1,500,000 *francs.*—Dans ces limites, il suffisait d'un crédit de 1,500,000 francs pour satisfaire aux vrais besoins. Malgré les propositions de l'Administration, il ne figure ni au budget de 1864 ni à celui de 1865.

Combinaisons transitoires pour satisfaire aux demandes des communes.— En cet état de choses, les communes qui demandaient un télégraphe devaient en supporter la dépense.

L'Administration est venue à leur aide en utilisant un matériel provenant d'anciennes lignes devenues insuffisantes pour former les grandes artères du réseau et dont l'État ne pouvait tirer aucun profit.

La dépense des communes a été ainsi abaissée de 300 à 120 francs par kilomètre de ligne; de 100 à 60 francs par kilomètre de fil posé sur ligne déjà existante.

Cette combinaison a été acceptée avec empressement.

Sans être trop onéreuse pour les communes, elle procure à l'État, par les sacrifices auxquels sont tenus les intéressés, une garantie de l'utilité des lignes demandées.

J'ajouterai d'ailleurs que les principaux industriels du pays concourent généralement à la dépense.

Il est donc certain qu'en ce qui concerne la construction des lignes, la réunion des postes et des télégraphes ne pourrait hâter le développement de la télégraphie.

Exploitation économique des bureaux secondaires. — Au point de vue de l'exploitation des bureaux, la fusion offrirait-elle des facilités particulières?

Au premier abord, rien ne semble s'opposer, dans les chefs-lieux de canton, à ce que le service télégraphique soit confié à l'agent postal qui serait reconnu capable.

L'Administration des lignes télégraphiques avait même proposé de faire des essais dans ce sens.

Mais, sur le refus de M. le ministre des finances, elle dut recourir à deux autres combinaisons.

Système municipal.—1° *Emploi des secrétaires de mairie.*—La première consiste à établir le bureau dans le bâtiment municipal et à en confier la gestion au secrétaire de la mairie.

Cet agent doit déjà son temps à la commune, dont il reçoit un traitement. On l'indemnise du surcroît de travail qui résulte du service télégraphique, en lui allouant une somme de 30 centimes par dépêche privée de départ, et de 15 centimes par dépêche privée d'arrivée.

D'un autre côté, la remise des dépêches à domicile est effectuée par le concierge de la mairie, moyennant une indemnité de 15 centimes par chaque dépêche d'arrivée.

L'établissement est des plus simples et des plus économiques. Il suffit, en effet, d'affecter au service télégraphique une portion de salle isolée par une cloison.

A défaut des secrétaires de mairie, l'Administration accepte, pour gérer le bureau, un autre agent présenté pa la municipalité.

Le système d'exploitation municipale a été accueill avec une grande faveur.

Il a permis d'ouvrir une série de bureaux.

Chaque jour des communes et des compagnies privée (usines, établissements thermaux) en réclament le bénéfice.

L'expérience a donc prononcé en sa faveur.

2° *Emploi des instituteurs*.—Quant au second système il consiste à employer les instituteurs dans les même conditions que les secrétaires de mairie.

Entre autres avantages, il fournirait un moyen d'améliorer la position précaire de ces agents.

M. le ministre de l'instruction publique y a donné son assentiment.

Son Excellence est disposée à instituer des cours de télégraphie dans les écoles normales primaires.

Avantages du système municipal. — Dans l'une et l'autre de ces combinaisons, l'Administration trouve des auxiliaires intelligents et instruits, avec lesquels il est possible de tirer des fils électriques le parti le plus avantageux [1] et de généraliser l'emploi de l'appareil Morse [2].

Les frais d'exploitation sont réduits à leur dernière limite.

Toutes facilités sont assurées au public : position cen-

[1] Plus les agents sont habiles, plus on peut placer de bureaux sur un même fil.

[2] La moyenne des erreurs de transmission est de :

1/5190 avec l'appareil Morse;

1/1750 avec l'appareil à cadran.

trale du bureau; présence continue de l'employé; expédition immédiate des dépêches.

II

La fusion des postes et des télégraphes, impuissante à faciliter l'organisation du réseau cantonal, procurerait-elle au moins la possibilité de réaliser des économies sur les frais généraux?

§ 1. En ce qui concerne le personnel, la négative n'est pas douteuse.

A Paris, l'Administration centrale des lignes télégraphiques et les services des départements de la Seine et de Seine-et-Oise fonctionnent avec un personnel supérieur des plus restreints.

La direction générale n'a ni administrateurs ni chefs de division.

Dans les départements de la Seine et de Seine-et-Oise, 2 inspecteurs et 2 sous-inspecteurs sont seuls chargés de surveiller et de diriger 25 chefs de station, 15 commis principaux, 370 employés, 150 facteurs et 40 surveillants.

Il y a dans chaque département un inspecteur des télégraphes et un inspecteur des postes.

Les occupations normales de l'un et de l'autre absorbent tout leur temps.

La centralisation du service dans les mains d'un chef unique ne dispenserait pas de maintenir, sous un nom quelconque, les fonctions exercées actuellement par les inspecteurs de chaque service.

Il en serait de même pour la direction des bureaux situés dans les centres importants.

Donc, augmentation du personnel supérieur et de la dépense, tel serait le premier résultat de la fusion.

Quant aux employés inférieurs, dont le nombre est

proportionné dans chaque bureau à l'importance du travail, il ne leur reste aucun temps à consacrer à des soins étrangers. Il convient d'ailleurs, dans l'intérêt du service, de conserver la spécialité du travail, qui seule fait les agents habiles.

Dans la plupart des sous-préfectures, l'Administration télégraphique entretient un seul employé.

Cet employé est présent à son poste, sans interruption, depuis neuf heures du matin jusqu'à sept heures du soir.

Si on le suppose souvent occupé d'une manière insuffisante, c'est parce qu'on juge de son travail par l'importance du service local des transmissions.

Mais cette erreur se dissipe quand on se rend un compte exact des soins multipliés qui incombent aux employés des bureaux de sous-préfecture, soins que l'organisation du service cantonal ne fera qu'augmenter.

Partout enfin où la présence d'un employé titulaire n'était pas en rapport avec les exigences du service, l'Administration a confié les bureaux à des agents auxiliaires pris parmi les anciens serviteurs de l'État.

Ils jouissent du logement accordé par la ville à l'État, touchent un traitement de 300 francs et une remise de 15 centimes par dépêche privée.

80 bureaux de sous-préfecture, situés en dehors des grandes lignes de réseau, se trouveront gérés dans ces conditions.

Dans les chefs-lieux de canton et dans les communes, l'Administration télégraphique, par l'application des systèmes économiques décrits plus haut, résout mieux la question qu'elle ne pourrait le faire en recourant aux directeurs et aux distributeurs des postes.

Enfin, les facteurs du service postal pourraient-ils être utilisés pour le service télégraphique?

M. le ministre des finances ne l'a pas pensé. A la date du 28 mars 1863, en effet, il écrivait à M. le ministre de l'intérieur :

« La pensée d'utiliser les sous-agents des postes, dans l'état des choses, me paraît être une illusion; il suffit, pour s'en convaincre, de considérer les conditions constitutives des deux services. L'un a pour base la régularité, l'exécution d'opérations déterminées à l'avance, toujours identiques, et sur la ponctualité desquelles le public est habitué à compter; l'autre, au contraire, a essentiellement pour but de pourvoir à des faits accidentels et imprévus; il fonctionne notamment dans les cas où les moyens d'action du service des postes ne peuvent être employés. La remise d'un télégramme ne pourrait, sans perdre tous ses avantages, être subordonnée aux conditions de la distribution, et, d'un autre côté, on ne pourrait pas, sans troubler le service postal, modifier les heures ou la marche de la distribution, pour y comprendre des dépêches télégraphiques. En outre, le personnel des postes, limité dans les chefs-lieux d'arrondissement et de canton aux stricts besoins du service, et déjà surchargé dans les campagnes, ne pourrait pas même être employé dans l'intervalle des tournées. Du reste, le concours qui serait demandé à ce personnel donnerait lieu à une rémunération spéciale, et l'on peut dire qu'en thèse générale, s'il n'était pas absolument nul, il ne saurait être considéré comme une source d'économie. »

Des facteurs auxiliaires, dans les petits bureaux, complètent d'ailleurs la série des agents hors cadre employés par l'Administration.

§ II. A défaut d'économies dans le personnel, la fusion aurait-elle au moins pour effet de réduire les loyers des bureaux administratifs?

A Paris, d'abord, en ce qui concerne les administrations centrales, l'hôtel des postes paraît à peine suffisant pour sa destination.

De son côté, la direction générale des lignes télégraphiques est à l'étroit dans les bâtiments qu'elle occupe rue de Grenelle-Saint-Germain [1].

On n'imagine guère comment une réunion des deux administrations donnerait, sous ce rapport, des facilités de part et d'autre.

Quant à la construction d'un hôtel commun aux deux services, elle ne pourrait avoir lieu qu'à grands frais.

Les mêmes considérations s'appliquent également aux villes principales.

Le local occupé par une des deux administrations ne peut pas recevoir l'autre.

Dans les bureaux de sous-préfecture mêmes, le télégraphe a besoin de plus de place qu'on ne le croit généralement. Il doit recevoir des appareils pour correspondre avec tout un système de petits bureaux.

Enfin, dans les cantons et dans les communes, l'Administration télégraphique, d'après les procédés qu'elle emploie actuellement, n'a pas besoin d'un local spécial.

La fusion ne serait donc pas plus propre à amener des économies dans les frais généraux qu'à hâter le développement du réseau cantonal.

III

Le budget se soldera en équilibre à partir de 1865.— L'exploitation des lignes télégraphiques s'accomplit, je n'hésite pas à le dire, dans les conditions les plus écono-

[1] Les services relevant du poste central et des inspections de la Seine et de Seine-et-Oise y occupent une superficie de 1,800 mètres carrés environ, les autres services de l'administration centrale, 1,500 mètres.

miques et, par conséquent, les plus conformes aux intérêts du Trésor.

Aussi le budget de l'Administration se soldera-t-il en équilibre à partir de l'année 1865.

Les dépenses ordinaires y figurent pour 8,983,460 fr., et les recettes atteignent 9,000,000.

Dans ce dernier chiffre n'est pas comprise la taxe des dépêches officielles, qui s'élève à un total annuel de 1,500,000 francs.

Ces dépêches circulent en franchise, contrairement à ce qui a lieu dans plusieurs États de l'Europe.

La télégraphie électrique en France ne date réellement que de la loi du 29 novembre 1850.

Dans une période de moins de quinze années, il a fallu organiser un service sans rival en Europe.

On reconnaîtra qu'arriver dans de pareilles conditions à équilibrer les recettes aux dépenses est un résultat inespéré.

IV

La télégraphie et la poste sont séparées dans tous les États de l'Europe. — La pratique des pays voisins a été invoquée à l'appui du projet de fusion. C'est là une erreur.

Partout, au contraire, les deux services fonctionnent séparément et jouissent d'une organisation indépendante.

Pendant quelques années, de 1851 à 1856, l'Autriche s'était écartée de cette voie. Elle y a été ramenée par la force des choses.

La télégraphie s'y trouve aujourd'hui reconstituée dans les mêmes conditions qu'en France.

La poste relève presque partout du ministère des travaux publics, et nulle part du ministère des finances.

Je me borne à ces indications sommaires, me proposant

de soumettre à Votre Excellence l'exposé complet de la situation télégraphique en Europe.

Cet exposé démontrera que la France y occupe le premier rang, par l'étendue de ses lignes, par le nombre des bureaux ouverts, par le chiffre des transmissions et par le total des recettes.

Mais cette situation, la France ne l'a conquise que grâce à la liberté d'allures dont a joui jusqu'à présent l'Administration télégraphique. Celle-ci a pu de la sorte modifier ses règlements suivant les circonstances, les inventions nouvelles et les progrès de la science. Une pareille latitude ne lui est pas moins utile dans l'avenir que dans le passé.

Or, elle serait inconciliable avec la marche de l'administration postale, qui n'a pas à subir les mêmes influences et qui, parvenue à s'organiser définitivement après plusieurs siècles d'existence, est placée sous l'empire de règles à peu près invariables, embrassant tous les mouvements du service.

V

La raison d'État s'oppose à la fusion. — La raison d'État exige aussi que le service télégraphique reste placé dans les attributions du ministre de l'intérieur. La télégraphie est entre ses mains un moyen puissant d'administration.

La loi du 29 novembre 1850 lui a confié, dans l'intérêt de l'ordre public, le contrôle des transmissions privées.

Dans cette situation, rattacher la télégraphie à un autre ministère serait créer une source de conflits et affaiblir l'action du ministre de l'intérieur.

VI

En résumé, la réunion des deux services n'accélérerait pas la construction du réseau cantonal;

Elle ne donnerait pour l'exploitation des bureaux aucune facilité que le système municipal ne possède à un plus haut degré;

Elle ne procurerait pas d'économie;

La pratique des divers États de l'Europe lui est contraire;

La raison d'État la condamne;

A tous les points de vue, administratif, budgétaire et politique, le projet doit être écarté.

Je suis avec respect,

Monsieur le ministre,
de Votre Excellence
le très-humble et très-obéissant serviteur,
Le directeur général,
Vte H. DE VOUGY.

Approuvé :
Paris, le 25 avril 1864.
Le ministre de l'intérieur,
P. BOUDET.

Organisation du service télégraphique dans les pays étrangers.

Paris, le 1er août 1864.

MONSIEUR LE MINISTRE,

La Commission du budget, dans son rapport, a déclaré que *la pratique de plusieurs pays voisins démontrait que la réunion des postes et des télégraphes n'offrait aucune impossibilité.*

Devant une pareille affirmation, je me suis empressé

d'avoir recours à l'obligeance de mes collègues pour pouvoir, d'après les documents authentiques, établir la manière dont les diverses administrations télégraphiques fonctionnent dans les pays étrangers.

J'ai l'honneur de soumettre ce travail à l'appréciation de Votre Excellence.

Je suis avec respect,

Monsieur le ministre,

de Votre Excellence,

le très-humble et très-obéissant serviteur,

Le directeur général,

Vte H. de Vougy.

Angleterre.

La télégraphie est livrée, en Angleterre, à l'industrie privée, et exploitée par des compagnies, comme les chemins de fer en France. Elle a donc une organisation essentiellement différente de l'organisation adoptée dans le reste de l'Europe.

Mais deux faits importants sont à remarquer :

Elle reste étrangère à l'administration des postes, qui forme en Angleterre une branche du service public;

Les localités qui désirent des bureaux télégraphiques garantissent les compagnies contre l'insuffisance des recettes, de telle sorte que dans tous les cas ces compagnies soient couvertes de leurs dépenses.

Russie.

Dans l'empire russe, la télégraphie est rattachée au ministère des travaux publics.

Un personnel spécial la dessert exclusivement.

Les agents étrangers ne sont pas admis à participer à son service. La combinaison qui consisterait à employer

les agents des postes est considérée comme n'offrant pas assez de garanties pour la sûreté du service.

Ainsi, en Russie, non-seulement l'Administration télégraphique a une existence distincte indépendante, mais encore elle n'emprunte dans aucun cas le concours des agents des postes.

Le personnel télégraphique compte 2,686 agents, groupés dans l'ordre hiérarchique suivant :

Un directeur général,
Un directeur adjoint,

Surveillance générale du service.	Des chefs de section, Des aides,
Lignes et appareils. .	Des mécaniciens, Des réviseurs,
Bureaux.	Des chefs de station, Des télégraphistes.

Le réseau télégraphique présentait au 31 décembre 1863 un développement de 28,091 kilomètres de ligne et de 48,894 kilomètres de fils. 244 stations étaient ouvertes à la télégraphie.

737,853 dépêches ont été taxées en 1863, en y comprenant les dépêches officielles, qui, en règle générale, ne jouissent pas de la franchise; elles ont donné une recette totale de 6,139,320 francs.

Autriche.

L'exposé des vicissitudes que le service télégraphique a subies en Autriche présente d'utiles renseignements.

Ce service, en effet, n'est arrivé à s'organiser d'une manière stable qu'après des essais variés et l'étude pratique des divers systèmes d'exploitation susceptibles d'être adoptés.

L'organisation définitivement arrêtée peut donc être considérée comme le résultat de l'expérience.

De 1846 à 1851, la télégraphie autrichienne cherche à se constituer. Mais les attributions des agents sont mal définies et l'organisation du personnel subit tous les tâtonnements d'un service en travail de formation.

Les ingénieurs des travaux publics furent d'abord chargés de la construction des lignes. Plus tard, ce soin passa à des fonctionnaires de l'administration télégraphique désignés sous le nom de *commissaires techniques*.

Quant à la surveillance, elle fut tour à tour confiée à des agents pris parmi les sous-officiers de l'armée, puis parmi les cantonniers des chemins de fer et des routes.

Ces agents furent successivement placés sous l'autorité des ingénieurs, des commissaires techniques et enfin des chefs des grands bureaux, qui cumulaient ainsi des fonctions actives et sédentaires : la direction des bureaux et la surveillance des lignes.

En ce qui concerne les bureaux, la même instabilité se fait remarquer dans la direction.

Le service souffrait de ces variations; on y mit fin en réunissant les télégraphes à la poste et en détruisant complétement l'administration télégraphique.

Ce nouvel état de choses dura de 1851 à 1856; mais les choses n'en allèrent pas mieux, bien au contraire.

Il se produisit un ralentissement si considérable dans la construction des lignes, un abaissement si notable dans le chiffre des recettes et dans le nombre des bureaux ouverts, qu'on dut revenir au principe de la séparation et reconstituer l'administration télégraphique.

Aujourd'hui ce service est régi par une organisation analogue à celle de la télégraphie française.

La poste en est complétement exclue.

La gestion des bureaux secondaires est réservée à d'anciens surveillants ou facteurs méritants par leur service et leur aptitude.

Les cadres du personnel comprennent :

Un directeur, chef du service,

Des conseillers,

Des secrétaires,

Des inspecteurs,

Des commissaires,

Des directeurs de station et contrôleurs,

Des télégraphistes supérieurs,

Des télégraphistes,

Des facteurs,

Des surveillants.

Les fonctions sont les mêmes que celles attribuées en France aux fonctionnaires et agents de même rang.

Le personnel total se compose de 1,740 agents de tous grades, pour un réseau de 16,657 kilomètres de lignes, un développement de 29,640 kilomètres de fils et un nombre de dépêches privées ou officielles qui, en 1863, a été de 893,636.

La France emploie moins de 4,000 agents pour un réseau de 28,187 kilomètres de lignes et de 92,446 kilomètres de fil, et pour un total de 2,500,000 dépêches.

Italie.

En Italie, le service télégraphique ressortit au ministère des travaux publics.

A sa tête se trouve un directeur général, auquel est également confiée l'exploitation des chemins de fer de l'État.

Le corps télégraphique se compose de 2,542 agents, répartis entre les divers grades ci-après indiqués :

Direction générale.....	Un directeur général, Un inspecteur général, Un inspecteur électrique, Des inspecteurs chefs, Des sous-inspecteurs,
Direction des départements. .	Des directeurs de département, Des secrétaires, Des vérificateurs, Des sous-secrétaires,
Stations.	Des officiers télégraphiques, Des télégraphistes, Des messagers ou facteurs,
Lignes..	Des chefs de section, Des surveillants, Des garde-fils.

Ce personnel correspond à 459 bureaux, non compris ceux des chemins de fer concédés; à un réseau de 13,032 kilomètres de ligne et de 25,561 kilomètres de fil; à un nombre de dépêches qui, pour 1863, a été de 983,565; et à des recettes qui, pour la même période, ont été de 2,950,094 francs.

Quelques agents auxiliaires complètent le personnel spécial.

En Italie, comme en Belgique, les chemins de fer appartiennent partie à l'État, partie à des compagnies concessionnaires.

Sur 82 bureaux installés dans les gares de l'État et compris dans le total de 459 donné plus haut, 42 sont gérés par des employés chargés à la fois de la manœuvre du télégraphe et du service de la voie de fer. Ces employés appartiennent tantôt à l'administration télégraphique, tantôt à celle des chemins de fer. Ils reçoivent une allo-

cation extraordinaire pour le travail dont ils sont chargés en dehors de leurs fonctions normales.

Les chemins de fer concédés présentent 150 stations mixtes, exclusivement gérées par leurs propres agents.

Enfin, en 1858, un service combiné de télégraphie et de poste a été établi dans plusieurs localités d'ordre secondaire des provinces piémontaises.

Mais depuis la constitution du royaume d'Italie et le développement qu'a reçu l'administration postale, le service mixte a été limité à un nombre de localités infiniment restreint. Le chiffre en est aujourd'hui de cinq.

Encore convient-il de remarquer que, dans ces localités, l'agent investi du soin de distribuer les dépêches et de transmettre les télégrammes n'appartient pas plus à l'administration des postes qu'à celle de la télégraphie. C'est un *agent local,* cumulant les deux services et restant en dehors de leur hiérarchie respective.

On est donc en droit de conclure qu'en Italie, le personnel postal, renfermé dans ses occupations habituelles, demeure complétement étranger au service des télégraphes, qui, à part le concours qu'il reçoit, comme toutes les administrations, du personnel des chemins de fer, n'emprunte aucun secours étranger.

Prusse.

En Prusse, le réseau télégraphique avait, au 1er janvier 1864, une étendue de 11,119 kilomètres de lignes et de 32,275 kilomètres de fil, un peu plus du tiers du réseau français.

867 bureaux étaient ouverts à la télégraphie privée.

Dans ce nombre, 320 appartiennent à l'État, qui en fait exploiter 221 par les agents des postes, dans les conditions

qui vont être indiquées. Les autres sont des bureaux de gare.

La télégraphie en Prusse, comme en Belgique, relève du ministère des travaux publics; elle forme avec les postes une division de ce ministère; mais elle a un personnel et une existence indépendants.

Le personnel est d'environ mille fonctionnaires et agents de tous grades, pour un service qui, au point de vue de la longueur des lignes et du travail des bureaux, est le tiers du service français.

Ce personnel comprend :

Un directeur, chef du service,

Des administrateurs,

Des inspecteurs supérieurs,

Des commissaires,

Des inspecteurs,

Des secrétaires,

Des télégraphistes supérieurs,

Des télégraphistes,

Des surnuméraires appointés,

Des facteurs,

Des facteurs auxiliaires permanents.

La surveillance et l'entretien des lignes sont assurés par les cantonniers des chemins de fer et les agents des ponts et chaussées. Ce système, dont les résultats n'ont pas été très-satisfaisants, paraît devoir être modifié prochainement.

Les inspecteurs sont nommés par le ministre; les secrétaires des télégraphes par le conseil d'administration; les télégraphistes par le directeur des télégraphes.

Le directeur est en rapport avec le ministre et reçoit directement ses ordres.

Partout où le télégraphe produit une recette de 900 tha-

lers (environ 3,000 francs), il est aux mains des employés spéciaux.

En deçà de cette limite, il est combiné avec la poste, à moins que les exigences du service général ne nécessitent d'autres dispositions.

Le règlement du 18 août 1862 a déterminé dans quelles conditions les agents des postes concourent au service télégraphique.

L'administration des postes choisit pour ce service les plus intelligents de ses employés.

Ils font un stage de plusieurs semaines et ne participent au travail télégraphique qu'après en avoir été jugés capables par un inspecteur supérieur des télégraphes.

L'agent postal chargé de la transmission des télégrammes ne relève, sous ce rapport, que de l'administration télégraphique. Il reçoit d'elle un traitement. Il est sous l'autorité directe du directeur de cette administration, qui peut lui infliger des peines disciplinaires sans se concerter préalablement avec le directeur des postes. Il tient une comptabilité spéciale pour le service télégraphique. Il correspond directement avec l'autorité télégraphique, sans l'intermédiaire de la direction des postes.

Pour assurer le secret des dépêches, un compartiment spécial, entièrement clos, est réservé à la télégraphie. L'agent chargé du service peut seul y pénétrer.

Du reste, cet agent conserve toujours son titre et ses fonctions d'employé des postes, et dans aucun cas il ne peut, par avancement ou par faveur, être admis dans l'administration des télégraphes.

C'est donc un agent auxiliaire jouant le même rôle et ayant la même situation que les secrétaires de mairie ou les instituteurs par rapport à l'administration française.

Espagne.

L'administration télégraphique espagnole présente ce caractère exceptionnel, qu'elle n'admet aucun agent étranger à participer à son service et le réserve exclusivement au corps spécial télégraphique.

Importants ou non, tous les bureaux sont gérés par des employés titulaires, sans même en excepter ceux qui fonctionnent dans l'intérêt d'établissements particuliers.

D'un autre côté, le système qui consiste à faire contribuer les communes à l'installation des lignes et des bureaux d'intérêt local reçoit en Espagne l'application la plus large.

Les lignes et les bureaux dont la création importe à l'État sont établis aux frais du Trésor.

Ceux, au contraire, dont l'utilité est limitée à une ou plusieurs localités sont à la charge des intéressés, et le trésor public reste complétement étranger à la dépense. Seuls ils supportent les frais de personnel et d'entretien, jusqu'au moment où les produits peuvent couvrir ces frais. Alors l'État peut faire passer la ligne dans le réseau général, en en restituant le montant.

Comme en France, la télégraphie relève en Espagne du ministère de l'intérieur.

Le personnel télégraphique espagnol est de **2,692** agents. Voici la série des divers emplois dans l'ordre hiérarchique:

Un directeur général,

Des inspecteurs généraux,

Des inspecteurs de district,

Des directeurs de section,

Des sous-directeurs de section,

Des chefs de station,

Des télégraphistes,

Des commis aux écritures,
Des chefs surveillants,
Des surveillants,
Des facteurs.

Suisse.

Le service télégraphique offre, en Suisse, à peu près la même organisation qu'en France.

Il comprend un personnel spécial et des agents auxiliaires.

Dans le personnel spécial, qui s'élève à 138 agents, on trouve :

Un directeur central,
Un directeur adjoint,
Des inspecteurs,
Des chefs de bureau,
Des télégraphistes,
Des piétons.

Des administrations diverses, les postes, les douanes et des établissements privés fournissent les éléments du personnel auxiliaire, qui comprend 182 agents.

Mais tous ces employés, auxiliaires ou titulaires, relèvent de l'administration des télégraphes en ce qui concerne le service télégraphique; les uns et les autres sont soumis à son autorité et sont payés sur les fonds de son budget.

La télégraphie jouit d'une pleine indépendance, empruntant pour les commodités et l'économie de son exploitation des secours étrangers, quand elle le juge à propos.

Dans l'administration générale de la Confédération helvétique, elle forme, avec les postes et les chemins de fer, le département des postes, et cette dénomination peut

faire croire à la fusion, quand on ne va pas au fond des choses. Mais les trois services n'ont de commun que le lien qui les place sous le même conseiller fédéral; ils fonctionnent d'une manière analogue aux directions générales d'un même ministère en France.

Au 1er janvier 1864, la Suisse avait un réseau d'un développement de 3,192 kilomètres de lignes et de 4,960 kilomètres de fils. 212 bureaux étaient ouverts au public.

Belgique.

En Belgique, les services des chemins de fer, des télégraphes et des postes forment une direction générale du ministère des travaux publics.

Cette administration a été réorganisée par un arrêté royal du 10 janvier 1862.

L'esprit de ce règlement est nettement indiqué dans les préliminaires.

Les trois services ne sont pas confondus de manière à pouvoir être assurés indistinctement par le même personnel.

« Au département, dit l'arrêté, toutes les branches de service sont représentées...

« En province, la direction immédiate des services actifs et leur surveillance incessante... sont réparties par spécialité d'attributions... »

Il existe donc un personnel télégraphique spécial, ayant un directeur à sa tête et comprenant 167 agents.

Les télégraphistes ont concouru au service des transmissions, en 1863, dans la proportion de 87 pour 100.

Le reste a été fait par les soins des employés des chemins de fer de l'État, au nombre de 178; par ceux des compagnies privées, au nombre de 194, et par une cinquantaine d'agents des postes.

Mais il convient de remarquer que le personnel supérieur est exclusivement télégraphique.

La Belgique est divisée en arrondissements postaux; les fonctionnaires qui en sont chargés n'exercent aucune autorité sur la télégraphie.

Dans les bureaux, le concours des agents des postes est aussi limité que celui des agents des chemins de fer est large.

Sur 252 stations ouvertes à la télégraphie, 50 seulement sont établies dans les bureaux de poste. Les autres fonctionnent dans les gares, avec ou sans l'aide de télégraphistes spéciaux, suivant l'importance du travail.

Cette organisation tient à un fait particulier. Pendant longtemps les chemins de fer belges ont été construits et exploités par l'État. La sécurité de l'exploitation exigeait un service télégraphique; il était donc naturel et économique de le faire servir à deux fins : à satisfaire aux besoins de la voie ferrée et de la correspondance publique.

Les chemins de fer et les télégraphes, se développant à peu près simultanément, ont donc été centralisés dans les gares.

Quand plus tard l'État, renonçant au monopole qu'il avait exercé jusqu'alors, a laissé à l'industrie privée l'établissement et l'exploitation des nouvelles lignes ferrées, la même organisation a été maintenue; de telle sorte que la gare du chemin de fer est en même temps le siége naturel du télégraphe.

Les chemins de fer et les télégraphes ont donc de nombreuses affinités, mais il n'y a pas fusion entre eux.

Encore moins cette fusion existe-t-elle avec les postes. Les agents postaux ne sont utilisés que sur les points situés en dehors du réseau des chemins de fer, et, jusqu'à ce jour, dans la mesure la plus restreinte.

Il convient de remarquer aussi que le bureau de post est la plupart du temps, comme le bureau télégraphiqu situé à la gare, sous l'autorité du chef de gare, qui dirig les trois services.

Du reste, le réseau télégraphique de Belgique n'offr comme cet Etat lui-même, qu'un faible développement Au 1er janvier 1864, sa longueur totale était de 2,647 ki lomètres de lignes, et de 6,248 kilomètres de fils; elle étai inférieure au dixième du réseau français.

Les renseignements statistiques contenus dans les no tices précédentes ont été groupés dans le tableau suivant qui permet de comparer l'importance relative du servic télégraphique dans les divers pays.

Statistique 1° *des lignes et des bureaux télégraphiques des principaux États de l'Europe au 1er janvier 1864;*
2° *des dépêches taxées dans le cours de 1863 et des recettes correspondantes.*

ÉTATS.	KILOMÈTRES DE LIGNES. (1)	KILOMÈTRES DE FILS. (2)	BUREAUX. (3)	NOMBRE de DÉPÊCHES TAXÉES en 1863. (4)	RECETTES EN 1863.	OBSERVATIONS.
France	28,187	92,446 [1]	1,301 [2]	1,754,867 [3]	fr. 6,990,023 [3]	[1] Y compris le réseau sémaphorique.
Angleterre	»	»	1,293	»	»	[2] Dans le chiffre 1,301 figurent les bureaux établis en Algérie, au nombre de 49.
Russie	28,091	48,894	244	737,853 [4]	6,139,320 [4]	[3] Dépêches officielles non comprises.
Autriche	16,657	29,640	818	747,147 [3]	3,477,546 [3]	[4] Dépêches officielles comprises.
Italie	13,032	25,561	609	983,565 [3]	2,950,694 [3]	
Prusse	11,119	32,273	867	826,715 [3]	2,786,160 [3]	
Espagne	9,466	23,665	194	433,853 [3]	1,661,650 [3]	
Suisse	3,192	4,960	212	356,884 [4]	671,885 [4]	
Belgique	2,647	6,238	252	351,003 [4]	612,363 [4]	

(1) et (2) Les réseaux télégraphiques des compagnies de chemins de fer non compris.

(3) Bureaux de chemins de fer compris.

(4) Ces nombres, qui ne représentent que les dépêches de départ ayant donné lieu à la perception d'une taxe, doivent, en raison des dépêches de transit et des réexpéditions à effectuer quand la ville de départ et la ville destinataire ne sont pas en communication directe, être plus que quadruplés pour donner l'ensemble du travail.

Résumé.

En résumé, la télégraphie française occupe le premier rang en Europe, par l'importance de son réseau, le nombre des bureaux ouverts, le chiffre des transmissions et celui des recettes.

En Angleterre, en Russie, en Autriche, en Italie, en Prusse, en Espagne, en Suisse et en Belgique, comme en France, la télégraphie est aux mains d'une administration spéciale et indépendante.

Dans les Etats les plus importants de l'Europe, en Angleterre, en Russie, en Autriche, en Italie, en Espagne, elle fonctionne, comme en France, sans le concours des agents des postes.

Elle l'emprunte, au contraire, pour *l'exploitation des bureaux d'ordre inférieur,* en Prusse et dans les petits Etats, la Suisse, la Belgique, mais sans qu'il en résulte aucune ingérence de l'administration des postes dans la direction générale du service télégraphique.

Cette séparation très-nette et très-tranchée des deux administrations est d'autant plus remarquable, qu'elles appartiennent en général au même ministère, celui des travaux publics, et sont par conséquent dans les conditions les plus favorables à la fusion.

Une fois, d'ailleurs, cette fusion a été tentée dans un Etat de même ordre que la France, dans l'empire d'Autriche; mais elle a eu pour résultat de jeter la perturbation dans le service et d'en entraver la marche. Après une expérience qui a duré cinq ans, de 1851 à 1856, il a fallu rétablir l'ancien état de choses, reconstituer l'administration télégraphique et faire rentrer la poste dans sa sphère habituelle.

Réponse sommaire aux arguments de la commission du budget concernant la fusion des postes et des télégraphes.

Rapport de la commission du budget

(Ministère de l'intérieur).

Notre attention toute particulière a été appelée sur le service télégraphique. Il n'a pu nous échapper que la télégraphie est inscrite au budget ordinaire du ministère de l'intérieur pour une somme totale de 8,983,640 francs, et qu'outre cette allocation, supérieure de 605,774 francs à celle de l'année dernière, un crédit de 1 million figure au budget extraordinaire pour les travaux neufs du même service. C'est à un réseau qui ne dépasse guère les chefs-lieux d'arrondissement que s'appliquent des dépenses aussi considérables. Quels sacrifices le Trésor devra-t-il donc s'imposer pour faire jouir tous les chefs-lieux de canton d'un progrès qu'ils réclament instamment aujourd'hui? En comparant les sommes dépensées jusqu'à ce jour et les résultats qui ont été obtenus, on peut se rendre compte de l'étendue de cette charge, et l'on est conduit à rechercher s'il ne serait pas possible de réaliser, dans des conditions moins onéreuses, une amélioration indispensable.

Observations.

Ce réseau, qui est le plus étendu de l'Europe[1], se compose de 28,187 kilomètres de lignes et de 92,446 kilomètres de fils; il fallait lui donner ce développement pour écouler les dépêches, dont le nombre a tellement augmenté depuis l'abaissement des taxes, que de 1861 à 1863, il s'est élevé de 920,609 à 1,754,867.

Mais comme il est aujourd'hui complet, abstraction faite du réseau cantonal, la période des dépenses de premier établissement est arrivée à son terme.

Le personnel actuel suffira également pendant plusieurs années, sans qu'il y ait lieu de l'augmenter.

Le budget, qui se soldera en équilibre à partir de 1865, donnera donc pour l'avenir des excédants notables de recette. Ce résultat peut même être considéré comme obtenu depuis longtemps déjà, si l'on tient compte des taxes afférentes aux dépêches de l'État, dont le montant s'élève annuellement à plus de 1,500,000 francs et qui sont transmises en franchise.

[1] Voir le tableau ci-joint.

Dans son désir de donner aux vœux des populations une satisfaction prochaine, l'Administration des lignes télégraphiques a mis divers systèmes à l'essai. Tantôt elle a imposé aux villes qui demandaient le télégraphe le payement de tous les frais d'installation et l'affectation à ce service d'un local fourni par la commune, tantôt elle a stipulé la garantie d'un minimum de produits; dans ces derniers temps, elle a fait la dépense des fils et des appareils, dont elle a confié le maniement à des secrétaires de mairie, en n'exigeant plus des villes qu'un local approprié, meublé et entretenu à leurs frais. L'agent municipal ainsi chargé de la réception et de la transmission des dépêches est rétribué au moyen d'une remise sur leur produit; il en est de même du concierge de la mairie, chargé de les porter à domicile. L'Administration estime que, dans ces conditions, une dépense de 12 millions suffirait pour l'achèvement du réseau cantonal. Cette allocation s'appliquerait exclusivement au matériel, la rémunération du personnel mixte n'entraînant aucune charge pour l'État.

L'expérience a démontré l'impuissance des deux premières combinaisons. Faire dépendre la concession du service télégraphique d'un concours pécuniaire disproportionné aux ressources de petites localités, ce n'est pas seulement blesser les règles de la justice distributive, c'est le plus souvent se heurter contre de véritables impossibilités.

C'est à tort qu'on rendrait l'Administration responsable des résultats de ces combinaisons.

Des considérations politiques ont dès le principe déterminé l'organisation du réseau télégraphique, et par la force des choses les villes importantes, par leurs relations industrielles et commerciales, s'y sont trouvées placées.

Quant aux localités qui, restant en dehors de ce réseau, aspiraient cependant à s'y relier et où l'installation du télégraphe eût été pour l'État une source de dépenses sans compensation suffisante, l'Administration, en acceptant un système qui satisfaisait à leur vœu et n'imposait aucune charge à l'Etat, remplissait un devoir.

L'organisation du service municipal prouve, d'ailleurs, qu'elle n'a pas attendu d'y être incitée pour créer un mode d'exploitation où les intérêts des villes ne sont pas moins ménagés que ceux de l'Etat.

Le nouveau système, celui que l'Administration télégraphique nomme *municipal*, sera-t-il plus efficace? Il est permis d'en douter. Là où il existe

plusieurs employés de mairie, ils peuvent aisément suffire aux exigences d'un service régulier; mais dans les villes où le personnel se compose d'un secrétaire unique, les attributions spéciales que lui conférerait l'Administration télégraphique se cumuleraient difficilement avec ses fonctions habituelles.

Le système municipal, qui consiste à employer les secrétaires de mairie ou les instituteurs, moyennant une remise par dépêche, fonctionne de la manière la plus satisfaisante ou fonctionnera incessamment dans une quarantaine de villes; la seule cause qui l'empêche de s'étendre est le défaut des fonds nécessaires pour la création des lignes cantonales.

Et cependant la télégraphie privée est entrée dans les mœurs, comme dans les habitudes du commerce et de l'industrie. Une station télégraphique assure aux localités qui en sont pourvues un avantage marqué, un privilége peu équitable, peut-on dire, au détriment de celles qui n'en ont pas été dotées jusqu'à ce jour.

L'extension du réseau télégraphique à tous les chefs-lieux de canton et aux centres de population desservis par un bureau de poste est donc devenue une nécessité.

Leur assurer ce bienfait, sans grever le budget d'une trop lourde charge, et surtout atteindre le plus promptement possible ce résultat, tel est le problème dont la solution a vivement préoccupé votre commission.

C'est une erreur de croire que l'établissement intégral du réseau cantonal soit une nécessité immédiate : l'utilité n'existe que pour un petit nombre de localités, 344 au lieu de 4,000 indiquées par la commission. Le chiffre 344 est le résumé des vœux émis l'an dernier par les Conseils généraux et les préfets consultés sur la question.

On peut juger encore des véritables besoins auxquels il reste à satisfaire, par cette circonstance que les gares ouvertes à la télégraphie, et qui sont au nombre de plus de 700, ne donnent pas annuellement une recette de 150,000 francs, correspondant à moins d'une demi-dépêche par jour et par gare.

Elle a pensé que la fusion des deux services publics qui procèdent d'une même origine et qui tendent à un but commun pourrait en fournir les éléments.

La solution de la question n'est pas dans tel ou tel moyen

d'exploitation. Il faut avant tout créer le réseau cantonal; cel fait, les modes de gestion économiques ne manqueront pas. L'Administration n'aura que l'embarras du choix.

La poste et le télégraphe sont des instruments de transmission de l pensée, qui se complètent l'un par l'autre et sont unis par une étroite solidarité. Au point de vue théorique, les analogies qu'ils présentent semblent motiver la réunion des deux administrations qui les dirigent aujourd'hui.

S'il y a analogie dans le but poursuivi par la poste et le télégraphe, les moyens employés diffèrent essentiellement. Il en es de même des conditions d'instruction et d'aptitude des agents attachés à chacune de ces deux administrations.

La pratique de plusieurs pays voisins démontre qu'elle n'offrirait aucune impossibilité.

C'est une erreur : en Belgique, en Suisse, en Prusse, la post prête son concours au télégraphe dans les petites localités ; mai les deux services restent néanmoins parfaitement distincts, et le rangs du personnel télégraphique ne s'ouvrent jamais pour le agents des postes. Bien plus, en Autriche, les deux administration ont été confondues de 1851 à 1856; mais les inconvénients de cett fusion ont été tels, que la télégraphie a dû être reconstituée.

Que faudrait-il pour la réaliser? Faire arriver un fil télégraphique dans chacun des 4,558 bureaux de poste et y installer un appareil. Dans les bureaux où la manipulation des correspondances prend tout le temps des employés des postes, l'adjonction d'agents supplémentaires deviendrait nécessaire; mais dans les localités où le buraliste n'a qu'un petit nombre de dépêches à recevoir et à transmettre, ne pourrait-il pas aisément suffire à la réception comme à l'expédition des télégrammes? L'assiduité imposée aux agents de la poste et la facilité du maniement de l'appareil télégraphique répondent d'ailleurs à certaines objections formulées contre la réunion des deux services. On cherche dès lors vainement les motifs qui la rendraient irréalisable.

Le télégraphe compte en ce moment 1,147 stations, dont 847 sont établies dans des villes desservies par des bureaux de poste; la poste a 4,558 bureaux où la télégraphie pourrait être promptement installée. Près de 4,000 centres de population seraient ainsi dotés d'une amélioration

qu'ils souhaitent vivement. L'extension du service exigerait sans doute une dépense supplémentaire de personnel.

Mais pour faire arriver un fil télégraphique dans chacun des 4,000 bureaux de poste et y installer un appareil, il faut des fonds; là est toute la difficulté.

Si l'on adjoint des agents supplémentaires aux directeurs et distributeurs des postes, où sera l'économie de la fusion?

En général, les employés du service postal préposés aux petits bureaux ne se tiennent à leur poste qu'aux heures d'arrivée et de départ des courriers. On ne pourrait les astreindre à une présence continue qu'en augmentant leurs appointements. La fusion se traduirait donc par une augmentation de dépense sans aucun avantage qu'on ne puisse obtenir sans frais par d'autres combinaisons mieux choisies.

Mais cet accroissement des frais peut-il se comparer à celui qui serait la conséquence forcée de la création d'un nombre égal de postes télégraphiques spéciaux?

Quant aux dépenses de premier établissement, pour la pose des fils et l'installation des appareils, elles seraient, dans les deux cas, les mêmes; mais l'économie obtenue par la rémunération des agents et la location des bureaux réduirait à des proportions beaucoup plus modérées les charges imposées au Trésor par l'exécution du réseau cantonal.

Dans le système municipal, le personnel ne coûte rien, il en est de même du local. L'emploi des instituteurs, en permettant d'adopter dans tous les bureaux l'appareil Morse, qui ne pourrait être confié aux agents des postes, rendrait plus économique la construction du réseau cantonal. Aucun système n'est donc plus favorable aux intérêts du Trésor et ne résout mieux la question.

Telles sont, messieurs, les considérations principales qui ont été développées au sein de votre commission en faveur d'une combinaison qui a rencontré des défenseurs ardents et convaincus.

Des propositions moins radicales ont aussi été formulées dans son sein. Elles tendaient à l'adoption d'un service mixte, consistant à installer un appareil télégraphique dans les bureaux de poste qui ne sont pas en ce moment juxtaposés à des stations du télégraphe. Cette combinaison aurait, dans la pensée de ceux qui l'ont mise en avant, l'avantage de faciliter

la prompte extension du réseau et de soumettre le système de la fusion à une expérience décisive.

Les idées que nous venons d'exposer ne se sont pas, d'ailleurs, produites sans contradiction ; elles ont été combattues avec une grande énergie de conviction. Plusieurs considérations ont paru à la minorité de la commission opposer à la réunion du télégraphe aux postes un obstacle absolu. Ne sait-on pas, en effet, que la loi de 1850, faisant de la télégraphie privée un corollaire de celle de l'État, l'a placée sous la surveillance directe du ministre de l'intérieur, et que les préfets ont toujours le droit d'arrêter les télégrammes dont des raisons politiques leur font regarder la transmission comme dangereuse pour la sécurité publique ? Or, comment placer dans les attributions du ministre des finances une institution que les agents de l'ordre administratif sont appelés à contrôler ? Le télégraphe est d'ailleurs un instrument essentiellement politique, et c'est à un ministre politique que la direction en demeure confiée.

En vain se flatterait-on de réaliser des économies au moyen de la fusion proposée. Les dépenses de premier établissement ne seront pas réduites, et quant au personnel, il restera toujours aussi coûteux, parce que, quoi qu'on dise, le télégraphe exige des employés spéciaux, non-seulement au point de vue scientifique et technique, mais à raison même de la multiplicité toujours croissante des dépêches.

Réunir deux administrations entre lesquelles la nature même des choses établit des différences profondes, c'est par conséquent se ménager des déceptions et surtout manquer le double but qu'on se propose.

Les arguments que nous venons d'exposer n'ont pas modifié l'opinion de la majorité de votre commission. *Elle a pensé que M. le ministre de l'intérieur pourrait très-bien conserver sur la télégraphie privée le droit de surveillance dont il est aujourd'hui investi, lors même que la direction de ce service passerait entre les mains de l'administration des finances.* La poste elle-même est bien, sous un certain rapport, soumise à l'action des autorités administratives et judiciaires, et la direction de ce grand service par le département des finances n'a jamais donné lieu au moindre inconvénient.

Contrôle illusoire. Conflits perpétuels entre les deux ministres.

Avant de prendre une résolution définitive, nous avons voulu connaître l'opinion du gouvernement sur une question dont les projets de reconstruction de l'hôtel des postes rendent en ce moment la solution plus urgente. M. le ministre d'État nous a déclaré que, placé en présence d'affirmations et de rapports contradictoires, le gouvernement pourrait difficilement se prononcer avant qu'une enquête approfondie lui ait fourni des éléments complets de décision.

Néanmoins l'immense majorité de la commission, convaincue que la réunion du télégraphe à l'Administration des postes est une amélioration

aussi facilement réalisable qu'avantageuse à tous les intérêts, croit devoir adresser au gouvernement l'invitation pressante d'accomplir cette réforme dans le plus bref délai possible.

Pour assurer la mise à exécution immédiate de cette mesure, nos honorables collègues MM. le baron Eschasseriaux, de la Guistière, le comte Hallez-Claparède, Lubonis, Pagézy et Curé nous ont présenté l'amendement suivant :

INTÉRIEUR ET FINANCES.

« Retrancher au chapitre VII, 3e section, du ministère de l'intérieur (service télégraphique) la somme de 500,000 francs.

« Reporter cette somme au chapitre LXXI, 10e section, du ministère des finances (postes). »

La majorité de la commission, quel que soit son désir de voir se réaliser promptement la réforme dont elle a admis le principe, n'a pu se dissimuler que l'étude du système nouveau doit forcément en précéder l'organisation. Tel est l'unique motif pour lequel elle a écarté cet amendement.

RAPPORT DE L'ADMINISTRATION

DES TÉLÉGRAPHES SUISSES

SUR SA GESTION PENDANT L'ANNÉE 1863.

I. Considérations générales.

Nous avons la satisfaction de constater de nouveau, pour l'année 1863 comme pour les années précédentes[1], un développement notable de la télégraphie suisse. Un coup d'œil comparatif jeté sur les chiffres principaux des comptes de 1862 et de 1863 fait ressortir ce développement mieux que tout raisonnement.

Si nous nous en tenons aux chiffres ronds, les recettes, de 584,000 francs qu'elles étaient en 1862, sont montées en 1863 à 672,000 francs, avec une augmentation de 88,000 francs. Les dépenses d'un autre côté, qui étaient de 502,000 francs en 1862, se sont élevées en 1863 à 571,000 francs, avec une augmentation de 69,000 francs. L'augmentation des recettes a excédé celle des dépenses de 19,000 francs, et c'est par conséquent de cette dernière somme aussi que s'est accru le bénéfice net. Ce bénéfice s'était élevé à 82,000 francs pour 1862, il s'est donc trouvé porté au chiffre de 101,000 francs pour l'exercice de 1863.

Ajoutons le fait satisfaisant que cette augmentation considérable du produit net est due exclusivement aux recettes télégraphiques proprement dites, puisque les re-

[1] Voir le *Rapport sur la gestion de* 1862 dans le numéro de novembre-décembre 1863.

cettes diverses ont diminué dans une forte proportion, par suite de la cessation graduelle et successive du payement des allocations communales, qui constituent la source essentielle de ces recettes.

D'un autre côté, l'augmentation sensible des dépenses, de même que les détails consignés dans le cours de ce rapport, démontrent que rien n'a été négligé pour perfectionner notre organisation télégraphique et pour offrir au public toutes les facilités et tous les avantages qu'il est en droit d'attendre de cette institution fédérale.

Remarquons enfin non-seulement que l'avance de la caisse fédérale à l'Administration des télégraphes est maintenant complétement amortie et au delà, mais encore que toutes les augmentations successives du réseau ont toujours été payées au fur et à mesure par les produits de l'Administration, qui se trouve maintenant posséder par ses seules ressources et sans qu'il en coûte rien à l'Etat un réseau complet dont la valeur brute est évaluée, selon inventaire, à environ 400,000 francs.

Nous citerons plus spécialement les innovations suivantes introduites pendant le courant de l'année 1863.

1° *Prolongation du service de jour dans les bureaux principaux.* — Cette prolongation a été introduite, en exécution de l'article 1er de l'arrêté fédéral du 25 juillet 1862, et ainsi que nous l'annoncions dans notre dernier rapport, à partir du 1er avril 1863. Elle consiste en ce que les bureaux principaux, au nombre de 15, sont ouverts le matin une heure plus tôt qu'auparavant, depuis six heures en été et depuis sept heures en hiver, et qu'ils sont fermés le soir, en été deux heures plus tard, à onze heures, et en hiver une heure plus tard, à dix heures.

Cette nouvelle facilité, qui ne laisse pas que d'occasion-

ner des frais considérables à l'Administration, a
moins peu utilisée par le public, surtout la
heure du matin et la seconde heure du soir. Pe
six mois d'été, du 1er avril au 30 septembre 186
expédié par les 15 bureaux en question, dans
heures de prolongation par jour, la quantité
2,103 dépêches. Si l'on remarque que quatre de
reaux étaient pourvus précédemment déjà d'un se
nuit et n'ont par le fait pas eu d'augmentation d
qu'au contraire 11 bureaux ont eu une augmenta
trois heures de service par jour à un employé et d
heures d'éclairage, et cela pendant 183 jours, on
à ce résultat que, pour l'expédition desdites 2,103
ches, il a fallu 6,039 heures de service à un emplo
4,026 heures d'éclairage. Si l'on observe enfin q
majeure partie de ces dépêches n'en aurait pas moi
expédiée, sans la prolongation du service, le matin de
sept heures et le soir avant neuf heures, il en résulte
demment que le produit de ces nouvelles heures de
vice est loin de couvrir les frais d'éclairage qu'elles né
sitent, c'est-à-dire que l'augmentation du personnel
cette innovation a exigée est complétement à la charge
l'Administration fédérale, sans aucune compensation p
cuniaire. C'est assurément un résultat peu encourageant
mais nous espérons que cet état de choses ne durera p
et que le public apprendra à mieux apprécier et à mieu
utiliser les sacrifices que l'Administration fait pour lui.

2° *Faculté de se servir du télégraphe pendant les heures de la nuit.* — Cette seconde innovation, réclamée par l'article 2 du susdit arrêté fédéral du 25 juillet 1862, a également été mise à la disposition du public à dater du 1er avril 1863. En conséquence, chacun peut faire emploi des télégraphes pendant les heures de nuit, entre un bu-

quelconque et un ou plusieurs autres bureaux les bureaux étrangers pourvus d'un service A. Celui qui veut faire usage de cette faculté doit ir avant sept heures du soir le bureau de consit payer à l'avance les frais à débourser par l'Adtion pour indemnité aux employés appelés extraement à faire le service de nuit. Cette indemnité à 3 francs par nuit et par bureau où le service de requis.

r avril au 31 décembre 1863, il n'a été fait usage faculté que deux fois, savoir chaque fois entre ureaux suisses et pour une nuit seulement. Mais, e cette disposition n'entraîne pas l'Administration dépenses spéciales, elle peut être maintenue sans inconvénient.

Ouverture de bureaux télégraphiques de chemins de la correspondance privée. — Nous avons exposé dans e dernier rapport quelles étaient les conditions auxles les Compagnies de chemins de fer suisses consenat à coopérer à la transmission des télégrammes pri. Nous avons également annoncé que les mesures essaires avaient été concertées pour faire sous ces nditions un essai dans un certain nombre de gares et stations des Compagnies du Nord-Est et du Central.

Il a en conséquence été ouvert 12 *bureaux de consignaion* dans les gares de localités où notre Administration ossède des bureaux télégraphiques, et 6 *bureaux télégraphiques de chemins de fer* dans des localités où il n'existait pas précédemment de bureau télégraphique. A la suite de l'invitation contenue sous le chiffre 11 de l'arrêté fédéral sur la gestion de 1862, du 24 juillet 1863, les négociations ont été reprises sans retard avec d'autres Compagnies, elles ont cependant rencontré des difficultés qui

les ont empêchées d'aboutir dans le courant de 1863.

Le rapport de la Commission du Conseil national sur la gestion de 1862 observe à ce sujet et pour encourager à étendre l'emploi des propositions des Compagnies de chemins de fer, « qu'un appareil n'est pas coûteux, et que le fil communiquant de la station au bureau fédéral le plus rapproché ne serait pas très-long. » Nous ferons remarquer à ce sujet que les *bureaux de consignation* ne sont point reliés par le moyen d'appareils et de fils télégraphiques avec le bureau fédéral de la localité, mais que les communications entre lesdits bureaux se font simplement par l'intermédiaire de messagers. Il n'y a donc dans ce cas ni frais ni difficultés appréciables.

En ce qui concerne les *bureaux télégraphiques de chemins de fer*, l'appareil fourni par notre Administration et desservi par les employés du chemin de fer doit être intercalé sur l'un de nos fils. La longueur de fil à poser à cet effet est insignifiante et n'a jamais été considérée comme un obstacle à la chose. Mais ce qui fait la difficulté, c'est qu'il n'est pas possible, sans compromettre la bonne marche du service, d'intercaler sur un seul et même fil tendu entre deux de nos bureaux principaux un nombre indéterminé d'appareils. Or nos lignes étant pour la plupart suffisamment chargées de bureaux intermédiaires, l'ouverture d'un nouveau bureau peut nécessiter la pose d'un nouveau fil sur toute la distance qui sépare les deux bureaux principaux les plus voisins ; ce nouveau fil exige, d'un autre côté, de nouveaux appareils dans l'un et l'autre de ces bureaux et par suite une augmentation du personnel et parfois aussi un agrandissement des locaux. De là des frais considérables, complétement indépendants de l'appareil nécessaire pour installer un nouveau bureau et du bout de fil employé à le relier à la ligne, et qui ne

pourraient être justifiés à aucun titre par la seule ouverture de tel ou tel bureau télégraphique de chemin de fer dont le trafic sera nul ou à peu près.

Notre Administration doit en conséquence rester à cet égard dans la limite des moyens dont elle dispose et éviter toute mesure imprudente ou précipitée qui risquerait de désorganiser la marche du service ou de compromettre sa position financière. Nous continuerons à suivre de près cette question, et nous espérons qu'avec l'expérience actuellement acquise, on arrivera dans un prochain avenir à généraliser dans une large proportion la faculté pour le public de faire usage des télégraphes dans les gares et stations des chemins de fer suisses.

II. Lignes.

Les lignes du réseau télégraphique suisse comportaient, au 31 décembre 1863, les longueurs suivantes :

	LIGNES à 1 fil.	LIGNES à 2 fils.	LIGNES à 3 fils.	LIGNES à 4 fils et plus	TOTAUX
	lieues	lieues	lieues	lieues	lieues
Ier arrondissement (Lausanne).	97 3/8	59 4/8	6 5/8	12 5/8	176 1/8
IIe — (Berne).. .	115 4/8	40 »	23 »	11 5/8	190 1/8
IIIe — (Saint-Gall).	97 3/8	41 5/8	12 6/8	11 7/8	163 5/8
IVe — (Bellinzona)	118 2/8	14 7/8	1 7/8	»	135 »
État au 31 décembre 1863. .	428 4/8	156 »	44 2/8	36 1/8	664 7/8
— — 1862. .	457 »	131 2/8	46 4/8	26 2/8	661 »
Augmentation . . .	»	24 6/8	»	9 7/8	3 7/8
Diminution.. . . .	28 4/8	»	2 2/8	»	»

La longueur totale des lignes de notre réseau se trouve ainsi portée à 665 lieues, soit 3,192 kilomètres, et le développement des fils fonctionnant sur lesdites lignes est de 1,033 lieues, soit 4,960 kilomètres. Le développement

des fils télégraphiques destinés à l'usage des administrations de chemins de fer, qui était de 239 lieues au 31 décembre 1862, n'a pas varié en 1863. Le développement de la totalité des fils télégraphiques en activité sur le territoire de la Confédération se trouvait en conséquence porté, le 31 décembre 1863, à 1,272 lieues, soit 6,107 kilomètres.

Des 665 lieues de lignes de notre réseau, 434 lieues sont établies sur routes et 231 lieues sur chemins de fer. Des 231 lieues de lignes établies sur chemins de fer, 120 lieues sont construites avec poteaux en bois et 111 lieues avec poteaux en fer. Enfin il y a maintenant 52 lieues de lignes, tant sur routes que sur chemins de fer, construites avec poteaux en bois préparé d'après le procédé du docteur Boucherie.

Les travaux de lignes exécutés en 1862 avaient été relativement considérables ; ils n'ont pas diminué d'importance en 1863. Il y a eu, à la vérité, moins de lignes et de fils nouvellement établis; mais, d'un autre côté, les reconstructions à neuf d'anciennes lignes ont presque doublé et ces reconstructions ont eu lieu essentiellement avec des poteaux en fer ou des poteaux en bois préparé.

En fait de constructions nouvelles, nous citerons les suivantes, qui présentent un intérêt plus particulier, eu égard au développement de notre réseau.

Un quatrième fil de Lausanne à Genève était devenu indispensable, soit par suite de l'ouverture de la nouvelle voie internationale par le Simplon, soit parce que le fil direct de Berne à Genève avait accaparé d'une manière complète l'un des fils qui précédemment était employé de concert avec les autres au trafic entre Lausanne et Genève. La ligne du Simplon, ainsi que le fil direct Berne-Genève, avait été établie en 1862, ce dont nous avons rendu

compte dans notre dernier rapport, et l'expérience avait immédiatement démontré la nécessité de poser comme complément un nouveau fil entre Lausanne et Genève.

Pose d'un deuxième fil de Neufchâtel aux Verrières. — L'Administration française nous ayant informé qu'elle avait fait poser de Paris aux Verrières un fil direct destiné à la correspondance avec la Suisse, nous avons naturellement dû prolonger ce fil sur notre territoire jusqu'à Neufchâtel. Cette ligne, peu utilisée jusqu'à présent, acquerra plus d'importance lorsqu'elle sera reliée directement à Berne, ce qui aura lieu prochainement par la nouvelle ligne qui s'établit entre Neufchâtel et Berne, le long du chemin de fer de Bienne à Berne. Alors, des deux fils qui nous relient par la voie des Verrières à la France, l'un aboutira à Neufchâtel et l'autre à Berne.

Etablissement d'une communication directe entre Winterthur et Olten, par Bulach, Regensberg et Baden. — Winterthur entretient une correspondance télégraphique importante dans la direction de la Suisse occidentale, de Bâle en particulier. A cette correspondance s'ajoute celle non moins importante qui vient de Saint-Gall et au delà, à destination de la Suisse centrale et occidentale. Toute cette correspondance devait forcément passer par le bureau de Zurich, ce qui avait pour effet, d'un côté, d'amener fréquemment des retards, par suite de l'encombrement des dépêches, et, d'un autre côté, d'augmenter outre mesure le travail de ce bureau principal. De là le besoin vivement senti de l'établissement d'une ligne qui mît en communication directement et sans passer par Zurich les deux groupes du réseau que nous avons indiqués, ligne qui, en accélérant la correspondance en général, devait agir favorablement sur le travail du bureau de Zurich. C'est ce qu'a réalisé la ligne en question. Déjà nécessaire

à partir de Winterthur pour l'ouverture des bureaux de Bulach et de Regensberg, elle va rejoindre à Baden le chemin de fer qu'elle suit par un nouveau fil jusqu'à Olten, où elle trouve toute facilité d'être mise en communication avec les lignes de Bâle, Chaux-de-fonds, Neufchâtel, Berne et Lucerne.

Les autres constructions nouvelles ont été amenées par la nécessité de relier au réseau des bureaux de création nouvelle qui s'en trouvaient plus ou moins écartés.

Les reconstructions à neuf de lignes déjà existantes, qui avaient porté en 1861 sur une longueur de 17 lieues et en 1862 sur une longueur de 45 lieues, se sont étendues en 1863 à une longueur de 87 lieues, dont 36 lieues et demie reconstruites avec poteaux en fer sur chemins de fer, 42 lieues et demie reconstruites avec poteaux préparés et 8 lieues reconstruites avec poteaux en bois ordinaire.

Dans nos précédents rapports de gestion, nous avons déjà donné quelques détails sur la question de l'emploi des poteaux en fer pour la construction des lignes télégraphiques le long des chemins de fer. Dès les premiers essais, nous avons acquis la conviction que le système des poteaux en fer présentait sur celui des poteaux en bois des avantages incontestables au point de vue de la solidité et de la durée, de la sécurité et de la régularité du service, et enfin de l'absence de danger pour l'exploitation des chemins de fer. L'on ne rencontra pas, il est vrai, d'emblée un modèle qui satisfît complétement à toutes les exigences ; mais après divers tâtonnements, après de nombreuses expériences, on a enfin atteint des résultats qui paraissent laisser peu de chose à désirer. Le modèle actuel consiste en un tube de fer forgé de forme conique et d'une seule pièce. Ces nouveaux poteaux ont été em-

loyés pour la première fois en 1862 sur une assez grande chelle, et se sont trouvés soumis entre autres sur la secion de Saint-Gall à Rorschach, au mois de janvier 1863, l'épreuve exceptionnelle des chutes de neige et des ouagans qui dans cette contrée ont détruit une bonne partie le nos lignes ; ils en sont sortis dans un état de conseration parfait, qui est venu confirmer les calculs et les xpériences préalablement faits.

Ce système de lignes, complétement isolé encore dans on genre en Europe, a attiré l'attention de nombre l'administrations étrangères, qui ont réclamé à cet effet le notre Administration les renseignements nécessaires et qui font, de leur côté, des essais plus ou moins importants.

Au point de vue technique, nous croyons donc pouvoir considérer la question comme résolue. Reste le point de vue financier. Il est hors de doute que le premier établissement des lignes avec poteaux en fer est considérablement plus coûteux qu'avec poteaux en bois. Pour que cet excès de dépense soit justifié, il faut qu'il procure des avantages au moins équivalents.

Ces avantages, au point de vue financier, sont de deux natures différentes; celui qui résulte de la plus grande durée des poteaux en fer comparée à celle des poteaux en bois qui, tous les cinq ou six ans, doivent être renouvelés à nouveaux frais; et en second lieu celui qui résulte de la marche plus régulière et plus sûre du service par les fils qui y sont suspendus, circonstance qui, en assurant le prompt écoulement des dépêches, attire et favorise la correspondance, en augmente la fréquence et par suite les recettes. Il est toutefois impossible d'apprécier par des chiffres ce second avantage, qui est néanmoins celui auquel nous attachons la plus grande importance. Quant au

premier, si l'on tient compte des frais d'établissement et respectivement de reconstruction et des intérêts composés, on arrive à ce résultat qu'en admettant que les socles en pierre et la pose des poteaux soient à la charge de l'administration du chemin de fer, c'est à partir de la vingtième année que notre Administration commencera à y trouver un bénéfice financier. Si, au contraire, nous restions chargé de tous les frais de fourniture et de pose, ce ne serait qu'avec la trentième année que l'on pourrait commencer à réaliser un bénéfice.

A partir de la vingtième ou de la trentième année, les bénéfices iraient alors en augmentant toujours, si tant est que les lignes que nous construisons actuellement soient encore sur pied au delà de vingt ans ou de trente ans.

Mais nous croyons qu'il serait plus qu'imprudent de baser l'adoption du système sur ces bénéfices-là. Spéculer vingt ans à l'avance sur une question comme celle de la télégraphie, c'est évidemment inadmissible; il suffit pour s'en convaincre de se reporter à vingt ans en arrière et de considérer le chemin qu'a parcouru dès lors cette branche de la science appliquée. Aura-t-on d'ici à vingt ans trouvé un nouveau système de lignes, souterraines ou autres, qui aient détrôné les lignes aériennes actuelles suspendues à des poteaux? Ou le système des poteaux conservant l'avantage, ceux que nous posons maintenant suffiront-ils dans vingt, dans trente ans, à porter le nombre de fils qui sera devenu nécessaire? Ne faudra-t-il pas les remplacer, les déplacer, les modifier à grands frais? Assurément il n'appartient à personne de répondre négativement. En deçà de ces limites, au contraire, on peut admettre sans grands risques que les poteaux en fer dureront une vingtaine d'années, quatre fois ce que durent les poteaux en bois ordinaire; ce qu'ils dureront au delà de vingt ans

era tout bénéfice, mais nous ne pouvons ni ne devons y ompter.

Toutes les fois donc que nous pourrons établir une igne télégraphique avec poteaux en fer dans des condiions économiques, telles que les frais et intérêts qu'elle ura coûtés soient balancés au bout de vingt ans par les rais et intérêts d'une ligne avec poteaux en bois, nous urons fait une bonne affaire, car la télégraphie aura béréficié pendant ce temps-là des avantages d'une ligne noins sujette à dérangements et interruptions, sans nême tenir compte des chances que nous pouvons avoir le maintenir ladite ligne en état de service pendant longemps encore et sans frais.

Nous avons vu plus haut que nous obtenions cette condition rassurante lorsque la compagnie respective contribuait à l'établissement d'une ligne avec poteaux en fer, en fournissant les socles en pierre ainsi que la pose des poteaux dans les socles, ce qui est le cas pour les constructions exécutées dans l'année 1863. Il ne sera pas sans intérêt de rappeler ici quelle est la position réciproque des Compagnies de chemin de fer et de notre Administration lorsqu'il s'agit de constructions de ce genre.

Il résulte des articles 5 et 9 de la loi fédérale sur les chemins de fer du 28 juillet 1852 : 1° que l'Administration fédérale a le droit d'établir ses lignes télégraphiques le long des chemins de fer, sans avoir aucune indemnité à payer ; 2° par contre, que lorsqu'une ligne télégraphique fédérale est établie le long d'un chemin de fer, l'administration dudit chemin acquiert par ce fait la concession d'y relier à ses frais un fil destiné exclusivement à son service; 3° que dans le même cas ladite administration est tenue, sans pouvoir prétendre à une indemnité : *a.* à faire surveiller et conduire par ses ingénieurs les travaux

de premier établissement et de grosses réparations de la ligne télégraphique qui longe sa voie ; *b.* à employer le personnel du chemin de fer à la surveillance de ladite ligne, ainsi qu'aux petites réparations pour lesquelles l'Administration des télégraphes fournira les matériaux nécessaires.

Les droits acquis par les conditions des paragraphes 1° et 2° ci-dessus sont de leur nature absolus. Les conditions du paragraphe 3° sont au contraire plus élastiques et sujettes à interprétation. Il est cependant évident à nos yeux que le législateur a eu, en les adoptant, deux buts bien définis. Le premier de ces buts était d'assurer à l'Administration fédérale, par les soins gratuits dont les chemins de fer étaient tenus de s'acquitter eu égard aux lignes télégraphiques, une certaine compensation en retour de la concession d'un fil qu'elle leur accordait. Le second but était d'éviter des conflits à propos de la construction et de l'entretien des lignes télégraphiques le long des chemins de fer, et de laisser aux administrations de chemins de fer toute la responsabilité pouvant découler de l'état des lignes situées dans les limites de leurs propriétés. En effet, tout ce qui concerne la construction, l'entretien et la surveillance desdites lignes incombe directement et uniquement aux agents des chemins de fer, à la seule condition que l'Administration fédérale fournisse les matériaux nécessaires.

L'administration d'un chemin de fer gagne à ces conditions de rester maîtresse chez elle, notre Administration, de son côté, de n'avoir rien à démêler avec l'exploitation des chemins de fer et de rester en dehors de toute responsabilité relative aux accidents pouvant résulter du mauvais état des lignes, pour peu qu'elle prenne la précaution de fournir en temps utile et au fur et à mesure

des demandes le matériel nécessaire pour les maintenir en bon état.

Il est hors de doute en outre que ces dispositions législatives ont été prises en vue de lignes télégraphiques construites avec poteaux en bois ordinaire, les seules qui fussent alors employées. Mais, comme nous l'avons déjà vu, ce genre de ligne donne lieu à un entretien continuel, à des reconstructions assez fréquentes, et peut parfois, s'il y a négligence de la part des agents de chemins de fer, compromettre la sûreté de l'exploitation. Or tous ces inconvénients, qui disparaissent presque en entier par l'emploi de poteaux en fer, tombent en majeure partie à la charge des Compagnies. De là la conséquence que les avantages provenant de ce mode de construction sont essentiellement en faveur des Compagnies de chemins de fer et qu'il est dès lors parfaitement justifié que ces dernières coopèrent dans une certaine proportion à ces constructions relativement très-dispendieuses.

Tels sont les principes qui nous ont continuellement guidé et qui ont d'ailleurs été franchement acceptés par les chemins de fer le long desquels nous avons déjà appliqué le système en question. Lorsqu'il s'agit de poteaux en bois préparé qui procurent aux administrations de chemins de fer des avantages analogues, quoique moins complets et moins prolongés, il n'y a pas de socles à fournir, et c'est la plantation seule des poteaux dans le sol que le chemin de fer prend à sa charge, en compensation du prix à peu près double que de notre côté nous mettons à l'acquisition des poteaux préparés, comparé au prix de poteaux en bois ordinaire.

Au nombre des *lignes supprimées*, nous devons remarquer celle de Stanz à Fluelen sur une longueur de 6 lieues deux huitièmes. Le câble sous-lacustre de Bauen à Flue-

len ayant subi une interruption complète, il ne fut pas possible de le retirer de la grande profondeur où il est enfoui. Après que, des deux côtés, on en eut retiré une partie, le câble rompit et on fut obligé d'abandonner le reste. Ce câble avait été posé pour éviter les difficultés excessives qu'il y avait à établir et à entretenir des lignes aériennes dans de bonnes conditions d'exploitation le long de cette partie des rives du lac des Quatre-Cantons. Mais la construction de la route de l'Axen, entre Brunnen et Fluelen, faisant disparaître ces difficultés, les fils nécessaires pourront être posés sur la rive droite, et la susdite ligne le long de la rive gauche devenant ainsi superflue, on renonça à faire poser un nouveau câble, ce qui ne pouvait avoir lieu qu'avec des frais relativement très-considérables, et on enleva par conséquent la ligne qui de Stanz allait relier le câble en question.

III. Appareils.

L'Administration des télégraphes a acquis l'année dernière 31 appareils nouveaux complets. Les appareils Morse reproduisent les signaux *à l'encre,* comme nous l'annoncions dans notre dernier rapport, en indiquant les raisons qui ont décidé l'adoption de cette disposition nouvelle. Les avantages que l'on attendait de ces appareils se sont pleinement confirmés et ont été encore augmentés par de nouveaux perfectionnements de construction. Sept bureaux principaux avec 35 appareils étaient pourvus de ce nouveau système au 31 décembre 1863.

D'un autre côté, nous avons dû commencer à mettre hors de service les appareils à râteau, ancienne construction datant de 1854, ces appareils en étant venus à exiger des réparations beaucoup trop fréquentes et trop coû-

teuses pour qu'ils pussent continuer à être employés avantageusement. Les appareils d'autres systèmes de construction sont tous encore en parfait état de service, même ceux qui fonctionnent depuis l'année 1852.

Le 31 décembre 1863, il y avait 308 appareils en activité sur notre réseau, 28 de plus qu'en 1862. Il y a eu réellement 29 appareils nouvellement installés, mais l'un d'eux a été fourni par le bureau de Fideriserau supprimé. De ces 29 appareils, 21 ont été placés dans les bureaux nouvellement ouverts; les 8 autres ont été, en suite de l'augmentation du nombre des lignes et des fils, répartis de la façon suivante, savoir : 2 à Genève, 2 à Lausanne, 1 à la Chaux-de-Fonds, 1 à Fribourg, 1 à Morat et 1 à Neufchâtel.

Ces 308 appareils se trouvaient ainsi distribués dans nos 199 bureaux :

Nombre de bureaux.	Nombre d'appareils par bureau.	Nombre total d'appareils.
167	1	167
12	2	24
4	3	12
2	4	8
2	5	10
3	6	18
3	8	24
2	10	20
1	11	11
1	14	14
197		308

Dans ces chiffres ne sont pas compris les bureaux de Neunkirch et de Thayngen, dont les appareils sont fournis par l'administration badoise.

25 appareils complets avec accessoires se trouvaient en

réserve à la même date, soit au magasin central de la Direction à Berne, soit dans les bureaux principaux.

L'Administration des télégraphes possédait ainsi, à la fin de 1863, 333 appareils complets, 31 de plus que l'année précédente.

IV. Bureaux.

Vingt-trois nouveaux bureaux (3 de plus qu'en 1862) ont été ouverts dans le courant de l'année dernière, savoir ceux de Andelfingen, Baar, les Brenets, Bulach, Cully, Dietikon, Estevayer, Gossau (Saint-Gall), Granges, Monthey, Nebikon, Neunkirch, Regensberg, Romont, Rüti (Zurich), Saint-Gotthard, Schiers, Sempach, Sissach, Sonvillier, Thayngen, Unter-Aegeri et Wallisellen.

De ces 23 bureaux, 6 sont des bureaux télégraphiques de chemins de fer, savoir ceux de Andelfingen, Dietikon, Granges, Nebikon, Sempach et Sissach. Chaque dépêche de ces bureaux est soumise à une surtaxe fixe de 50 centimes.

En outre, des bureaux de consignation, au nombre de 12, ont été ouverts dans les gares de chemins de fer de Bâle, gare badoise et gare du Central, de Berne, Bienne, Frauenfeld, Lucerne, Olten, Schaffhouse, Soleure, Thoune, Winterthur et Zurich. Il y a en outre au Palais fédéral une succursale du bureau de Berne.

D'un autre côté, le bureau de Fideriserau, ouvert seulement en été, a été supprimé, les intéressés n'ayant pas voulu continuer à satisfaire aux prestations usuelles.

Le nombre des bureaux en exploitation au 31 décembre 1863 s'élevait à 199, dont 3 ne sont ouverts que pendant la belle saison. A ce chiffre viennent s'ajouter les bureaux de consignation et la succursale précités, au

nombre de 13, de telle sorte que le nombre total des bureaux dans lesquels on peut consigner des dépêches télégraphiques en Suisse s'élevait à la susdite date à 212.

Nous donnons ci-après, comme les années précédentes, un tableau statistique du nombre des bureaux télégraphiques par rapport aux cantons et à leur population, ainsi que par rapport au nombre des dépêches expédiées. Sur ce dernier objet, on trouvera plus bas d'autres détails sous le titre : *Correspondances télégraphiques*.

CANTONS.	NOMBRE DE BUREAUX.	POPULATION TOTALE (Recensement de 1861).	POPULATION pour un BUREAU	NOMBRE des DÉPÊCHES EXPÉDIÉES		
				Totaux	en moyenne par bureau.	par 1000 âmes de population.
Zurich.	18	266,265	14,792	78,538	4,363	295
Berne..	21	407,141	22,245	40,897	1,947	88
Lucerne..	6	130,504	21,751	10,147	1,691	77
Uri..	2	14,741	7,371	2,000	1,000	133
Schwyz.	4	45,039	11,259	3,535	884	79
Unterwalden-le-Haut.	1	13,376	13,376	346	346	27
Unterwalden-le-Bas .	1	11,526	11,526	369	369	31
Glaris	5	33,363	6,672	8,112	1,622	246
Zoug.	3	19,608	6,536	1,692	564	84
Fribourg.	6	105,523	17,587	7,581	1,263	72
Soleure.	4	69,263	17,316	5,734	1,433	83
Bâle ville.	1	40,683	40,683	44,767	44,767	1,029
Bâle campagne.. . .	5	51,582	10,316	1,218	244	23
Schaffhouse.	4	35,500	8,875	6,166	1,541	176
Appenzell (Rh. extér.).	6	48,431	8,071	2,785	464	58
Appenzell (Rh. intér.)	1	12,000	12,000	279	279	23
Saint-Gall..	15	180,411	12,027	25,489	1,699	142
Grisons..	20	90,713	4,535	14,713	735	162
Argovie..	10	194,208	19,420	14,891	1,489	77
Thurgovie	11	90,080	8,189	7,263	660	81
Tessin	9	116,343	12,924	12,544	1,394	108
Vaud.	25	213,157	8,526	41,724	1,669	196
Valais	8	90,792	11,349	6,550	819	72
Neufchâtel..	12	87,369	7,281	22,526	1,877	259
Genève.	1	82,876	82,876	55,124	55,124	664
La Confédération en 1863. . .	199	2,510,494	12,616	414,990	2,085	165
en 1862. . .	177		14,184	338,726	1,914	135
en 1861. . .	157		15,990	293,433	1,805	116

V. Personnel.

Deux décès et trois démissions ont occasionné quelques mutations dans les rangs des télégraphistes des bureaux spéciaux.

En outre, la prolongation du service de jour dans les bureaux principaux, décidée par l'arrêté fédéral du 25 juillet 1862, ainsi que l'accroissement continu du trafic, ont nécessité la création de 13 nouvelles places de télégraphistes, dont *une* à Genève, Lausanne, Vevey, Neufchâtel, Bâle, Berne, Lucerne, Winterthur, Zurich, Bellinzone et Coire, et *deux* à Saint-Gall. Par suite des mutations précitées, deux de ces nouvelles places se trouvaient momentanément vacantes au 31 décembre 1863.

Voici, du reste, l'état sommaire comparatif des employés de l'Administration des télégraphes au 31 décembre de 1862 et de 1863 :

	NOMBRE D'EMPLOYÉS			
	au 31 décemb. 1862.	Augmentation.	Diminution.	au 31 décemb. 1863.
1. Direction.	9	»	»	9
2. Inspecteurs.	4	»	»	4
3. Caissiers (en même temps caissiers d'arrondissem. postaux.	4	»	»	4
4. Chefs de bureaux. . . .	15	»	»	15
5. Télégraphistes	77	11	»	88
6. Employés de postes, de péages et d'établissem. privés, desservant des bureaux télégraphiques.	163	15	»	178
7. Commissionnaires et piétons.	22	2	»	24
Totaux. . .	294	28	»	322

Les employés qui desservent les bureaux de consigna-

tion et les bureaux télégraphiques de chemins de fer sous la responsabilité des administrations de chemins de fer respectives, ne relèvent pas directement de l'Administration des télégraphes et ne sont par conséquent pas compris dans l'état ci-dessus.

Ainsi que nous l'annoncions dans notre dernier rapport, une nouvelle série d'aspirants télégraphistes, dont le temps d'apprentissage était terminé, a été convoquée à Berne au mois de mai 1863 pour y suivre le cours final et y subir l'examen. Sur 43 aspirants qui furent admis à cette épreuve, 41 reçurent des brevets de télégraphistes, dont 10 de première classe, 14 de seconde classe et 17 de troisième classe.

La conduite et la discipline ont, à peu d'exceptions près, été satisfaisantes. Le nombre des amendes administratives et disciplinaires prononcées contre les employés de bureaux en 1863 a été de 110, pour une somme totale de 302 fr. 50 c.

VI. Rapports et communications avec l'étranger.

Nos rapports et communications avec l'étranger n'ont subi aucune modification notable dans le courant de l'année 1863. Ce n'est cependant pas que l'on soit resté inactif à cet égard. On a négocié et les négociations ont abouti avec la plupart des Etats environnants à des conventions nouvelles admettant des réductions considérables de taxes. Elles ne sont toutefois entrées en vigueur qu'avec l'année courante ; il appartiendra donc à notre prochain rapport de rendre compte des résultats obtenus.

Quant aux conventions elles-mêmes, nous en avons présenté l'examen à la haute Assemblée fédérale par nos deux messages du 13 novembre et du 7 décembre 1863.

Il nous reste donc seulement à rappeler que par deux arrêtés fédéraux du 18 décembre 1863, les susdites conventions conclues avec l'Union austro-allemande, l'Autriche, la Bavière et la France ont été approuvées et qu'elles sont toutes entrées en vigueur le 1er janvier 1864.

Le nombre des bureaux télégraphiques étrangers avec lesquels nous sommes en communication directe, de 5,729 qu'il était à la fin de 1862, s'était élevé fin 1863 à 6,169, présentant ainsi une augmentation de 440 bureaux.

VII. Correspondances télégraphiques.

Nous donnons ci-dessous, comme les années précédentes, le tableau comparatif du nombre des dépêches échangées dans les deux dernières années (1862 et 1863). L'examen de ces tableaux présente de nouveau un résultat satisfaisant. Le nombre des *dépêches internes* expédiées a surtout augmenté dans une proportion frappante. Cette augmentation, qui avait été de 4 1/2 pour 100 entre les années 1861 et 1860, et de 11 pour 100 entre les années 1862 et 1861, s'est élevée à 23 1/2 pour 100 entre les années 1863 et 1862.

Correspondances télégraphiques.

Tableau comparatif du nombre des dépêches échangées dans les années 1862 et 1863.

	DÉPÊCHES INTERNES expédiées.		DÉPÊCHES INTERNATIONALES expédiées et reçues.		DÉPÊCHES TRANSITANTES.		TOTAUX.	
	1862.	1863.	1862.	1863.	1862.	1863.	1862.	1863.
Janvier	14,821	18,754	6,070	7,835	3,056	3,883	23,947	30,472
Février	14,575	18,140	6,409	6,862	3,264	2,687	24,248	27,689
Mars	16,609	20,539	6,730	8,224	3,383	3,279	26,722	32,042
Avril	17,232	21,204	6,721	9,553	3,335	3,442	27,288	34,199
Mai	20,336	23,415	7,916	8,559	3,867	3,143	32,119	35,147
Juin	20,863	24,385	8,483	9,617	3,561	3,160	32,907	37,162
Juillet	25,905	33,747	9,543	11,574	3,241	3,798	38,689	49,119
Août	28,251	34,135	10,519	12,731	3,631	3,297	42,401	50,163
Septembre	26,484	31,424	11,123	12,806	3,886	3,865	41,493	48,095
Octobre	22,340	29,774	9,478	11,531	4,147	3,813	35,965	45,118
Novembre	17,547	22,203	6,945	8,958	4,427	3,977	28,919	35,138
Décembre	16,851	21,058	6,975	7,962	3,928	3,557	27,754	32,557
Année entière	241,814	298,778	96,912	116,212	43,726	41,881	382,452	456,871
	Augmentation : 56,964 soit 23,5 p. 100		Augmentation : 19,300 20 p. 100		Diminution : 1,845 4 p. 100		Augmentation : 74,419 19,4 p. 100	

Nous remarquions l'année dernière que l'augmentation constatée pouvait être considérée comme définitivement acquise, parce qu'elle n'avait point été produite par un concours de circonstances extraordinaires. Cette appréciation s'est vérifiée en tous points et un été animé par une affluence considérable de touristes et par diverses fêtes, tel que le tir fédéral, a tout naturellement amené avec lui cette augmentation que nous signalons.

L'augmentation des *correspondances internationales* a été très-sensible aussi, quoiqu'elle soit cependant restée (20 pour 100) dans une proportion un peu moindre que l'année dernière (28 pour 100).

Le *transit* seul n'a pas fait de progrès. Le grand nombre de lignes internationales qui s'établissent continuellement dans toutes les directions tendent à nous priver d'une partie du transit dont nous jouissions précédemment. Nous citerons, par exemple, la nouvelle communication avec l'Orient par l'Italie, Otrante et Salonique. Elle nous enlève le transit de la correspondance importante entre Marseille et l'Orient, qui précédemment empruntait toujours notre territoire pour prendre la direction de l'Autriche. Il y a donc eu, en 1863, au lieu de l'augmentation de 13 1/2 pour 100 encore constatée l'année dernière, une diminution de 4 pour 100 par rapport au nombre des dépêches qui ont transité en 1862.

Voici, du reste, l'indication de l'entrée sur notre territoire des télégrammes en transit, par nos neuf bureaux d'échange pendant les années 1861, 1862 et 1863 :

	NOMBRE DES DÉPÊCHES.		
	1861.	1862.	1863.
1 Bâle (Léopoldshöhe et Saint-Louis)..	14,371	15,572	11,894
2 Saint-Gall (Höchst et Rohrschach-Lindau).	9,795	8,001	10,542
3 Genève (Chancy et Saint-Julien). . .	4,682	7,364	9,535
4 Bellinzone (Chiasso et Brissago). . .	8,729	11,606	7,592
5 Sion (Gondo).	»	602	1,647
6 Neufchâtel (Verrières).	40	125	308
7 Romanshorn (Friedricshafen). . . .	282	309	281
8 Coire (Castasegna)..	191	134	74
9 Zurich (Constance)	410	13	8
	38,500	43,726	41,881

Les fluctuations qu'on remarque dans le trafic par les principales frontières s'expliquent aisément. Il y a eu augmentation à Saint-Gall par suite de l'ouverture de la nouvelle voie avec l'Allemagne par Rohrschach-Lindau, et à Genève et Sion, à cause de la nouvelle voie avec l'Italie par Gondo. Le trafic des bureaux de Bâle et de Bellinzone a diminué d'autant.

VIII. Résultat financier.

Le tableau ci-dessous contient en regard les uns des autres les chiffres principaux des recettes et des dépenses du compte de 1862, du budget de 1863, y compris les crédits supplémentaires alloués, et du compte de 1863.

	EN 1862.	BUDGET ET CRÉDITS supplémentaires	EN 1863.
I. RECETTES.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
a Correspondances internes. .	259,308 45	250,000 »	318,495 70
b Correspondances internationales.	271,109 57	225,000 »	312,253 81
c Divers.	53,497 89	25,000 »	41,135 53
	583,915 91	500,000 »	671,885 04
II. DÉPENSES.			
1 Traitements et bonifications.	242,102 83	290,000 »	291,234 92
2 Frais de voyage.	7,959 45	11,000 »	9,441 37
3 Frais de bureau	28,904 92	32,000 »	31,980 75
4 Bâtiments (loyers).	12,624 08	20,000 »	16,921 10
5 Construction et entretien des lignes..	170,421 22	180,000 »	179,997 40
6 Appareils.	30,050 13	35,000 »	34,988 65
7 Mobilier	3,762 35	5 000 »	3,599 48
8 Intérêts de l'avance de l'État.	4,023 66	2,000 »	747 11
9 Divers	2,153 38	5,000 »	2,135 66
	502,002 02	580,000 »	570,846 44

Le résultat financier qui en ressort fournit matière aux observations suivantes :

I. *Recettes.*

a. Le produit des *correspondances internes* a augmenté de 59,187 fr. 25 c. par rapport au chiffre de 1862 et a excédé de 68,495 fr. 70 c. le chiffre du budget. Cette augmentation considérable correspond à l'augmentation signalée plus haut du nombre des dépêches internes.

b. Le produit des *correspondances internationales*, transit compris, a excédé de 41,144 fr. 24 c. les recettes correspondantes de 1862 et de 87,253 fr. 81 c. les prévisions du budget. A ne considérer sur l'ensemble du produit de cette rubrique que le produit spécial du transit, qui s'était élevé en 1862 à 78,785 fr. 55 c., on trouve qu'il est tombé en 1863 à 75,177 fr. 37 c. avec une

diminution de 3,608 fr. 18 c., résultant de la diminution du nombre des dépêches transitantes que nous avons constatée à l'article ci-dessus sur les correspondances télégraphiques.

La liquidation des comptes avec les administrations étrangères a porté en 1863 sur les deux derniers trimestres de 1862 et les deux premiers de 1863. Elle a donné lieu au mouvement suivant :

La recette brute pour correspondances internationales s'est élevée dans les bureaux suisses, pour l'année 1863, à.. .		373,145f 29c
Les payements à l'étranger pour les quatre susdits trimestres montent à.	158,199f 58c	
Ceux reçus de l'étranger pour le même temps, à	97,308 10	
A déduire de la recette brute, ci..		60,891 48
Chiffre des recettes tel qu'il est porté au compte de 1863.		312,253 81

c. Les *recettes diverses* présentent une diminution de 12,362 fr. 36 c. relativement au chiffre de 1862, tandis qu'elles excèdent de 16,135 fr. 53 c. les prévisions du budget.

Ces recettes diverses se subdivisent en :

	1862.	Budget de 1863.	1863.
1 Allocations des communes.	41,165f 17c	15,000f »c	29,409f 61c
2 Remboursements pour construction de lignes . . .	6,713 52	5,000 »	6,427 50
3 Diverses autres recettes. .	5,619 20	5,000 »	5,298 42
	53,497 89	25,000 »	41,135 53

On voit que la diminution a porté essentiellement sur le produit des allocations des communes, qui cessent au fur et à mesure qu'expire pour chaque commune en particulier le terme de dix ans pendant lequel elles doivent être payées.

Dans notre dernier rapport, à propos de la sous-rubrique : *Remboursements pour construction de lignes,* nous avons observé que nous n'avions pu obtenir de l'une de nos Compagnies de chemins de fer le remboursement d'une somme d'environ 8,000 francs due sur l'exercice de 1862. Cette valeur n'est pas rentrée non plus en 1863, des facilités ayant dû être accordées à cette Compagnie pour le terme du payement.

Les *recettes totales* ont excédé de 87,969 fr. 13 c. celles de 1862 et de 171,885 fr. 4 c. les prévisions du budget.

II. *Dépenses.*

1. Les *traitements et bonifications* ont dépassé de 49,132 fr. 9 c. la somme correspondante de 1862 et de 1,234 fr. 92 c. la somme des crédits alloués. L'augmentation notable de dépenses par rapport à l'année dernière s'explique, d'un côté, par l'application à partir du 1er janvier 1863 de la *loi fédérale concernant les traitements des fonctionnaires et employés de l'Administration des télégraphes*, du 29 janvier 1863, et, d'un autre côté, par l'augmentation considérable du trafic qui a nécessité de nombreux aides provisoires pendant la belle saison et qui a augmenté d'une manière inattendue les chiffres à payer pour provision sur les dépêches aux facteurs dans les bureaux principaux et aux employés des bureaux intermédiaires. C'est aussi cet imprévu de la proportion de l'augmentation du trafic qui a nécessité, pour le payement des provisions, de dépasser de 1,200 francs les 290,000 francs de crédits alloués. Remarquons immédiatement que cette rubrique des dépenses de l'Administration des télégraphes est la seule qui ait dépassé le chiffre des crédits et que d'ailleurs la somme totale des dépenses est restée de

plus de 9,000 francs en dessous de la somme totale des crédits alloués.

2. Les *frais de voyage* ont excédé de 1,481 fr. 92 c. le compte de 1862, tandis qu'ils sont restés de 1,558 fr. 63 c. en dessous du budget. L'augmentation de dépenses de cette rubrique est résultée des frais de déplacement et de séjour accordés selon l'usage aux aspirants télégraphistes pendant la durée du cours et de l'examen qui ont eu lieu au mois de mai 1863. Ces frais extraordinaires se sont élevés à plus de 2,000 francs.

3. Les *frais de bureau* ont aussi dépassé de 3,075 fr. 83 c. la dépense de 1862; ils ont atteint le chiffre du budget à une différence près de 19 fr. 25 c. Cette augmentation de dépenses a porté essentiellement sur la fourniture des imprimés par suite de la progression croissante du trafic; sur l'éclairage, par suite de la prolongation des heures de service dans les bureaux principaux, et sur les frais divers par suite de l'accroissement du nombre des bureaux.

4. Les *frais de loyer* ont augmenté dans une plus forte proportion encore, ainsi que nous l'avions du reste annoncé dans nos derniers rapports, comme devant être une conséquence de la renonciation successive aux locaux fournis gratuitement par les communes. Cette augmentation, par rapport à la dépense correspondante de 1862, s'est élevée à 4,297 fr. 2 c. Le chiffre du budget qui avait été arrêté avant qu'on pût exactement apprécier les changements qui se produiraient, n'a toutefois pas été atteint, et le chiffre des dépenses est resté de 3,078 fr. 90 c. en dessous de celui du budget.

5. La rubrique *construction et entretien des lignes* accuse une augmentation de 9,576 fr. 18 c. sur la dépense de 1862; elle a épuisé les crédits alloués à une différence près de 2 fr. 60 c.

Si l'on déduit du chiffre total de la dépense s'élevant à	179,997f 40c
le montant des remboursements pour construction de lignes, qui figure sous la rubrique *Divers* des recettes, pour	6,427 50
il reste comme dépense effective.	173,569 90
La dépense effective de 1862 s'étant élevée, selon notre dernier rapport, à.	155,780f 28c
l'augmentation réelle des dépenses de 1863 sur celles de 1862 monte en définitive à.	17,789 62

L'importance des travaux de lignes et en particulier l'emploi de matériaux de longue durée relativement coûteux, au sujet desquels nous avons donné des explications circonstanciées dans l'article ci-dessus sur les *lignes*, justifient cette augmentation de dépenses.

6. Les dépenses de la rubrique *Appareils* ont excédé de 4,938 fr. 52 c. le chiffre correspondant de 1862 et ont atteint à 11 fr. 35 c. près le montant des crédits alloués.

Nous avons vu dans nos précédents rapports que pour apprécier la dépense effective pour les appareils en service dans nos bureaux, il faut se rendre compte de l'état de l'inventaire du magasin central qui renferme une réserve en appareils et en matériel variant suivant les circonstances. C'est ainsi que, dans notre dernier rapport, nous avons établi que la dépense effective de cette rubrique s'était élevée à 32,405 fr. 30 c.

Ledit inventaire présentait au 31 décembre 1863 une valeur de	11,516 05
et au 31 décembre 1862, une valeur de.	8,693 82
Il y a donc eu une augmentation de valeur de. . . .	2,822 23
qui doit être déduite de la dépense brute de.	34,988 65
ci.	2,822 23
pour obtenir la dépense effective, qui se trouve ainsi réduite à	32,166 42

de telle sorte que les dépenses effectives de cette rubrique en 1862 et en 1863 sont restées sensiblement les mêmes, ce qui s'explique par le fait que le nombre des nouveaux appareils mis en activité a été un peu plus élevé en 1862 qu'en 1863. Mais tandis qu'en 1862 il n'avait pu être satisfait à la fourniture du nécessaire en appareils, sans sortir des limites du budget, qu'au détriment du magasin central dont la réserve s'était trouvée réduite, en 1863 au contraire le magasin a été repourvu de manière à pouvoir satisfaire à toutes les éventualités.

7. La rubrique *Mobilier de bureau* est restée de 362 fr. 87 c. en dessous de la dépense correspondante de 1862 et de 1,600 fr. 52 c. au-dessous du crédit du budget. Elle ne donne d'ailleurs lieu à aucune observation particulière.

8. Les *intérêts de l'avance de l'Etat*, qui se sont élevés à 747 fr. 11 c. seulement, ont diminué de 3,276 fr. 55 c. par rapport à 1862, et sont restés de 1,252 fr. 89 c. en dessous du chiffre du budget. L'avance de l'Etat se trouvant maintenant complétement amortie, cette rubrique disparaîtra à l'avenir du compte de l'Administration des télégraphes.

9. Enfin la rubrique *Divers* présente un chiffre égal à 17 fr. 72 c. près, au chiffre de 1862, tandis qu'elle est restée de 2,864 fr. 34 c. en dessous du budget. La principale dépense de cette rubrique consiste dans les frais d'habillement des commissionnaires et piétons des bureaux principaux.

La *totalité des dépenses* a excédé de 68,844 fr. 42 c. le chiffre de 1862 et est restée de 9,153 fr. 56 c. en dessous des crédits alloués.

Le solde actif du compte de 1863 s'est élevé à. . . .	101,038 60
celui de 1862 à.	81,913 89
Le produit a donc augmenté de.	19,124 71
Le solde actif de 1863 étant de	101,038 60
et le solde de l'avance de l'Etat étant encore, au 1er janvier 1863, de.	18,677 67
il en résulte qu'après amortissement complet de ladite avance, il s'est encore trouvé, en faveur des finances fédérales, un excédant de produit de..	82,360 93

L'*inventaire* de l'Administration des télégraphes en mobilier, appareils et matériel en réserve pour la construction des lignes, montait, au 31 décembre 1863, à 182,425 fr. 42 c., accusant une augmentation de 6,613 fr. 48 c. sur l'inventaire précédent.

Nous avons aussi indiqué dans nos précédents rapports la valeur de l'inventaire spécial des lignes en exploitation. Il s'est glissé dans ces indications quelques erreurs de chiffres que nous rectifions en donnant ici les sommes exactes, qui se sont élevées,

au 31 décembre 1860, à. . . .	331,120 f.	81 c.
— 1861, à. . . .	336,733	76
— 1862, à. . . .	360,142	51
— 1863, à. . . .	396,193	48

EXPOSITION INTERNATIONALE DE 1862.

RAPPORT

SUR

LES APPAREILS ÉLECTRIQUES

PAR FLEEMING JENKIN.

(Suite [1].)

QUATRIÈME PARTIE.

Appareils de précision, ou appareils employés pour les expériences.

I. *Appareils pour essayer les câbles sous-marins.* — MM. Siemens, Halske et Ce, de Londres, et MM. Siemens et Halske, de Berlin, exposent des bobines de résistance d'une disposition commode pour essayer les câbles, avec une modification du pont de Wheatstone. La *balance* ou *pont de Wheatstone* est une combinaison de quatre conducteurs avec un galvanomètre et une pile; l'aiguille du galvanomètre reste au zéro quand les résistances des quatre conducteurs forment les quatre termes d'une proportion. Ce système s'appelle quelquefois *parallélogramme de Wheatstone;* mais les rapports géométriques des côtés d'un parallélogramme ne sont pas les mêmes que ceux des quatre conducteurs de la balance. On ne peut pas non plus, strictement parlant, appeler cela un arran-

[1] Voir pages 5, 209 et 321.

gement différentiel, si ce n'est dans le cas particulier où les conducteurs formeraient deux paires composées chacune de deux résistances égales. Le nom de *balance électrique* nous semble peut-être le mieux approprié.

Le conducteur dont on veut essayer la résistance est placé dans la balance, de manière à former le quatrième terme de la proportion, et on détermine la résistance par les trois autres termes, dont un ou plusieurs varient jusqu'à ce que l'aiguille du galvanomètre reste sans déviation, le circuit de la pile étant fermé. On y arrive par deux moyens distincts, soit en faisant varier le rapport des deux premiers termes de la proportion, soit en changeant la valeur du troisième. MM. Siemens emploient ces deux systèmes. Les conducteurs, que nous avons appelés premier et second termes, peuvent être choisis à volonté, de telle sorte que les résistances soient entre elles dans le rapport de 1 à 10, de 1 à 100, de 10 à 1, ou de 100 à 1, ou bien égales. De plus, l'égalité peut être une égalité entre unités, dizaines ou centaines.

Un groupe de bobines de résistance variant de 1 unité à 10,000 forme le troisième terme de la proportion. Pour faire l'expérience on choisit d'abord le rapport le plus convenable entre le premier et le second termes, puis on modifie la résistance du troisième jusqu'à ce que le galvanomètre donne zéro. La résistance du conducteur essayé sera alors égale à celle des bobines du troisième terme, ou bien un multiple décimal ou un sous-multiple de cette résistance. De cette manière on peut mesurer des résistances cent fois plus grandes ou plus petites qu'on ne pourrait le faire avec le groupe de bobines, si le rapport entre le premier et le second terme était égal à l'unité. Tous les contacts à établir le sont au moyen de chevilles coniques. Les bobines de résistance sont réunies en série ; des che-

villes mettent hors du circuit celles dont on n'a pas besoin.

L'isolement des différentes parties se fait au moyen de vulcanite ou ébonite sur une plaque d'ardoise. Il est facile de voir comment on mesure la résistance du conducteur dans un câble ; on n'a qu'à attacher ce fil de manière à former le quatrième terme ; l'une des extrémités aboutit à la table, et l'autre est à la terre.

On essaye de la même manière la résistance de l'enveloppe isolante ; seulement on isole une des extrémités du conducteur en cuivre, et l'on change au besoin les rapports entre les deux premiers termes. L'enveloppe représente alors un conducteur dont la résistance est très-grande; la surface intérieure est reliée à l'appareil au moyen du conducteur en cuivre, dont la résistance est relativement insensible, tandis que la surface extérieure, plongée dans l'eau, se trouve ainsi en communication avec la terre. L'isolement d'un câble sous-marin dépend de la résistance relative du fil de cuivre dans toute sa longueur d'une station à l'autre, et de l'enveloppe isolante entre ses deux surfaces. Quand on connaît ces deux résistances, une formule basée sur la loi de Ohm donne la proportion entre le courant reçu et le courant envoyé, et détermine la perte. La résistance de l'enveloppe ainsi mesurée nous permet aussi de calculer directement par la loi de Ohm le courant qui la traverse avec une pile donnée, quand l'autre extrémité du conducteur est isolée. Ce courant, rendu sensible par la déviation du galvanomètre, est souvent appelé perte par défaut d'isolement. Tant que les substances et les dimensions d'un fil recouvert sont identiques, la perte est simplement proportionnelle à la longueur du câble ; seulement elle varie évidemment avec la pile, le galvanomètre et les dimensions du fil recouvert, même quand la substance ne change pas.

La *résistance* de l'enveloppe, au contraire, est indépendante de la pile et des instruments employés ; un calcul très-simple, déduit de la théorie et de la pratique, permet de conclure de la résistance observée la résistance spécifique de la matière isolante, c'est-à-dire la résistance de l'unité de longueur et de section de cette matière. De cette résistance spécifique on peut ensuite conclure la résistance d'une enveloppe quelconque, de quelque longueur et de quelque épaisseur qu'elle soit, et la perte du courant, dans quelque sens que nous prenions ce mot. Les premières expériences faites sur les câbles sous-marins eurent pour objet de mesurer la perte dans le sens de notre seconde définition ; mais comme on ne conserva pas note de la force électro-motrice des piles ni de la valeur des déviations du galvanomètre, ces épreuves furent à peu près inutiles pour comparer un câble avec un autre de dimensions différentes ; elles servirent tout au plus à montrer si, pendant la fabrication du câble, les dernières parties étaient semblables aux premières. Aujourd'hui, au contraire, on mesure généralement la *résistance* de l'enveloppe, et la résistance spécifique qu'on déduit de cette mesure donne la qualité des différentes substances à diverses températures. On reconnaît alors très-exactement la perfection relative des différents câbles des différents fabricants à différentes époques.

La mesure de la résistance de l'enveloppe, ou, comme on pourrait l'appeler, la résistance d'isolement d'un câble, a un autre objet plus important peut-être que la détermination de la résistance spécifique de la substance. Un défaut diminue la résistance de l'enveloppe, et réciproquement une résistance trop faible dans une section de câble indique un défaut ; c'est un des principaux moyens pour découvrir les points défectueux. Par défaut, nous enten-

lons la présence d'une substance étrangère moins résistante que l'enveloppe, établissant une communication entre le conducteur et l'eau extérieure. Ainsi un défaut peut être un trou ou une fente qui se remplit d'eau, un clou qui pénétrerait jusqu'au cuivre, ou simplement une matière impure mêlée à la substance isolante.

Le système de MM. Siemens n'est pas le seul moyen pour reconnaître la résistance d'une enveloppe. On peut, avec les précautions convenables, la déduire de la perte (prise dans l'un ou l'autre des deux sens) par la simple déviation d'une boussole de tangente ou de sinus, ou au moyen de galvanomètres différentiels employés avec des bobines de résistance ; mais l'appareil de MM. Siemens est simple, précis, et donne de bons résultats, quand on mesure des câbles de quelques milles de longueur.

C. F. Varley expose un système au moyen duquel on détermine avec une grande précision la position d'un point défectueux, soit sur une ligne aérienne, soit dans un câble sous-marin, toutes les fois qu'on peut circonscrire ce point dans un circuit partant de la station d'épreuve et y revenant. Sur les lignes aériennes on peut presque toujours obtenir cette condition en réunissant deux fils à une station plus éloignée. Pour les câbles sous-marins, on peut toujours l'obtenir avant que le câble soit posé, mais après l'immersion, il faut que le câble renferme deux conducteurs pour que l'épreuve soit possible. Le principal mérite de la méthode adoptée par M. Varley est que le degré de résistance d'un point défectueux, bien qu'il ne soit pas connu, ne fausse pas l'épreuve, le résultat étant le même, que la résistance soit grande ou petite, constante ou variable pendant l'expérience.

Il suffit d'un galvanomètre différentiel et de bobines de résistance. On détermine d'abord la résistance de tout le

circuit en reliant les deux pôles d'une pile aux deux extrémités du circuit par l'intermédiaire d'une bobine du galvanomètre différentiel, tandis que les deux extrémités des bobines de résistance sont reliées aux deux pôles de la même pile par l'intermédiaire de l'autre bobine du galvanomètre. Quand on a amené au zéro l'aiguille du galvanomètre en réglant les bobines de résistance, il est évident que la résistance de ces bobines est égale à celle du circuit entier de la ligne, indépendamment du point défectueux, puisque la terre ne fait partie d'aucun des circuits contrebalancés. Appelons cette résistance r. Après avoir déterminé cette résistance, on change les communications : un des pôles de la pile est mis à la terre, et l'autre est relié aux deux extrémités voisines des deux bobines différentielles. Les autres extrémités de ces bobines sont alors reliées respectivement aux deux extrémités du circuit de ligne, et les bobines de résistance sont introduites dans ce circuit, entre le point défectueux et la bobine différentielle qui en est la plus rapprochée. Soit x et y les résistances des deux sections de ligne entre la station d'épreuve et le défaut du câble, et supposons y plus petit que x. Si l'on règle la résistance des bobines dans leur nouvelle position jusqu'à ce que l'aiguille du galvanomètre soit ramenée au zéro, et que l'on nomme R cette nouvelle résistance, on a la relation suivante déterminée expérimentalement : $x = y + \mathrm{R}$. La résistance du point défectueux est également renfermée dans les deux circuits équilibrés ; par conséquent, qu'elle soit grande ou petite, constante ou variable, elle n'altère pas cette relation. De plus, d'après la première épreuve, $x + y = r$. Eliminant x des deux équations, on a $y = \frac{1}{2}(r - \mathrm{R})$.

Si r et R sont exprimés en milles de fil conducteur,

l'est aussi, et indique immédiatement la distance du point défectueux. Remarquons que si r est égale à deux fois la résistance de la ligne entre les stations, et R à deux fois la résistance de la ligne entre la station éloignée et le défaut du câble, le rapport $\frac{R}{r}$ est égal à la fraction de distance entre les deux stations qui est comprise entre la station éloignée et le point défectueux.

Dans l'appareil de M. Varley, le changement de communications nécessaires pour les deux expériences se fait très-simplement en abaissant une clef; de sorte que l'opération est toute mécanique, et peut être faite par des ignorants.

II. *Bobines de résistance.*—Siemens et Halske, de Berlin, exposent des bobines basées sur une unité exprimant la résistance d'un mètre de mercure d'un millimètre carré de section, à la température de la glace fondante. Chaque série de bobines exposée par les deux maisons de Londres et de Berlin est construite avec une exactitude de 1 millième. Mais celles d'une maison offre sur celles de l'autre une différence de plus de 1 pour 100. MM. Siemens pensent que cette différence peut être attribuée à l'altération de l'alliage dont elles sont composées; mais il nous semble au moins aussi probable que l'unité de mercure n'a pas été conservée ou reproduite avec exactitude. Ce qui nous confirme encore dans cette opinion, c'est que les bobines de M. White, après un usage de trois ans, ont encore le même degré d'exactitude que celles de MM. Siemens, excepté une, qui offre une erreur d'environ 1 pour 100. Par conséquent, si la résistance de ces bobines qui sont faites du même alliage, a changé, la résistance de chaque bobine, sauf une, doit avoir changé exactement dans la même proportion, résultat très-peu vraisemblable. D'un autre

côté, MM. Siemens nous informent que les deux séries de bobines exposées aujourd'hui par les deux maisons ont été réellement construites par la maison de Berlin, à peu près à la même époque. Ils nous font remarquer que lorsque nous les avons comparées, elles n'étaient peut-être pas à la même température ; mais nous avions pris des précautions pour prévenir les erreurs de ce genre, et il faudrait une différence de température d'environ 45 degrés Fahrenheit pour produire la différence de résistance observée.

Les bobines de MM. Digney, de M. Breguet et les bobines suisses ont toutes pour base la résistance d'un kilomètre de fil de fer de 4 millimètres. Elles diffèrent beaucoup entre elles. Celles de MM. Digney n'offrent que des erreurs de 0,5 pour 100 ; mais celles des autres fabricants sont plus défectueuses, et les chiffres donnés ne peuvent conduire qu'à des résultats très-variables.

Le docteur Matthiesen a construit une bobine qu'il n'a pas exposée, représentant la résistance d'un mille de fil de cuivre chimiquement pur, recuit, d'un sixième de pouce de diamètre, à la température de 15°,5 centigrades. C'est une résistance bien différente de celle d'un mille de cuivre du commerce ; et les divers fils de cuivre du commerce diffèrent trop les uns des autres pour qu'on puisse fixer aucun rapport approximatif entre eux et le cuivre pur. On peut dire cependant que la résistance spécifique du cuivre qu'on choisit pour les câbles télégraphiques est généralement de 20 pour 100 environ plus grande que celle du cuivre pur. Le docteur Matthiesen ne propose pas cette bobine pour unité, mais nous avons pensé qu'elle pourrait être de quelque utilité.

L'unité de M. Varley représente la résistance d'un fil

cuivre d'un sixième de pouce de diamètre et de 1 mille longueur.

Une seconde unité, employée par MM. Siemens et Halske r les chemins de fer allemands, exprimait la résistance 1 mille allemand de fil de fer d'un sixième de pouce de amètre ; mais on a cessé d'en faire usage.

III. *Galvanomètres.* — Siemens, Halske et C[e] exposnt plusieurs modèles de galvanomètres. 1° Un instruent qui peut servir comme *boussole de sinus* ou de *ngente*, avec des bobines additionnelles de différentes ésistances, dont chacune est une fraction connue de la ésistance du galvanomètre ; elles sont destinées à être reiées aux bobines principales, de manière à dériver difféentes fractions du courant et à réduire à volonté la sensibilité de l'appareil.

2° Une boussole de tangente de Gaugain, c'est-à-dire un galvanomètre dont les bobines font partie de la surface d'un cône obtus, dont le sommet correspond au centre de l'aimant suspendu. L'angle du sommet du cône est tel que la hauteur du cône soit égale à 1/4 du diamètre de la base. Avec cet instrument les mesures sont très-faciles à prendre, et l'on prétend que les tangentes sont plus rigoureusement proportionnelles à l'intensité du courant que dans les anciens appareils.

Pour que les tangentes et les courants soient strictement proportionnels, il faut, avec l'ancienne forme, supposer que l'aimant suspendu est infiniment petit par rapport au diamètre de la bobine, et si la longueur réelle était d'un sixième du diamètre, le défaut de proportion pourrait produire une erreur de 30 pour 100 ; tandis que dans les mêmes conditions l'appareil de M. Gaugain ne donnerait pas une erreur de plus de 1/3 pour 100[1]. Cet

[1] Le professeur Thomson nous informe que la disposition de l'ap-

instrument est aussi exposé par MM. Digney frères de Paris.

3° Un galvanomètre de sinus très-délicat, à aiguill astatique, destiné à essayer de petites longueurs de câb sous-marin par les déviations que produit un courant donné en passant de l'intérieur à l'extérieur de la surfa isolante. On peut, ainsi que nous l'avons déjà dit, calcule indirectement, d'après ces déviations, la résistance de l'en veloppe. On se sert aussi de cet appareil conjointemen avec l'appareil d'essai de MM. Siemens que nous avons décrit plus haut. Le fil de cuivre des bobines fai 22,752 tours autour de l'aiguille, et sa résistance est égale à 7,000 unités de mercure de Siemens. L'aiguille astatique est suspendue par un fil de soie non tordu, et l'appareil est muni d'une lunette pour faciliter la lecture et éviter toute parallaxe en regardant la position de l'aiguille. La disposition générale ressemble à celle des galvanomètres employés par Ruhmkorff et Dubois-Reymond.

4° Un galvanomètre marin. Cet instrument est destiné à être employé en mer avec l'appareil d'essai. Il consiste en une aiguille astatique dont chaque aimant est entouré d'une bobine. Ces aimants sont soutenus sur un axe vertical, et tournent sur pivot. Au-dessus des bobines se trouve un fort aimant qu'on règle à volonté. On emploie cet appareil conjointement avec la balance électrique, pour montrer simplement la présence ou l'absence d'un courant quand le circuit de la pile est fermé, ainsi qu'il a été expliqué plus haut. Les déviations ne donnent pas la mesure des courants reçus.

Elliot frères exposent un galvanomètre astatique ordinaire, de forme commode et peu dispendieux. Ces con-

pareil de M. Gaugain peut introduire une erreur d'une nature particulière et plus sérieuse que celle à laquelle il veut remédier.

structeurs ont mis un soin particulier dans le choix du fil de cuivre recouvert qui forme les bobines; c'est un point important pour les appareils différentiels si délicats qu'ils exposent.

Des constructeurs français exposent divers appareils excellents dans les formes ordinaires.

J. White, de Glasgow, expose le galvanomètre marin du professeur Thomson. Cet instrument, destiné aux essais du câble transatlantique, permet de répéter en mer toutes les expériences galvanométriques qu'on peut faire sur terre. — L'aimant suspendu est excessivement petit et léger; il est fixé au dos d'un petit miroir circulaire; l'aimant et le miroir ne pèsent ensemble qu'environ 1 grain 1/2. Ils sont soutenus par un faisceau de fils de soie passant par le centre de gravité du miroir, et fixés à un anneau de cuivre très-mince de 2 pouces 1/4 de diamètre. De chaque côté de cet anneau et entourant de près le miroir et l'aimant, sont placées les deux bobines dont le centre présente une petite ouverture cylindrique d'un diamètre un peu plus grand que celui du miroir. Dans cette ouverture deux butoirs limitant les déviations sont placés derrière le miroir, et une lentille se trouve en face. Une lampe, enfermée dans une boîte avec l'aimant et les bobines, à environ deux pieds de distance, envoie ses rayons à travers la lentille sur le miroir, qui les réfléchit à travers cette même lentille, et concentre leur image sur une échelle horizontale un peu au-dessus de la lampe. L'image réfléchie se promène sur l'échelle, à droite ou à gauche, selon la déviation de l'aimant et du miroir.

Comme le miroir et l'aimant sont soutenus par leur centre de gravité, on peut faire mouvoir la boîte dans toutes les directions, sans que l'action de la pesanteur produise aucun changement dans la position relative du mi-

roir et de son support, ou, en d'autres termes, sans altérer la position relative de la boîte et de l'image réfléchie sur l'échelle. L'effet du magnétisme terrestre est également neutralisé par un aimant en fer à cheval très-puissant fixé à la boîte en dehors des bobines. La force directrice de cet aimant sur l'aimant suspendu est infinie, comparativement à celle de la terre. Ainsi, malgré la pesanteur et le magnétisme terrestre, on peut remuer cet appareil en tous sens sans changer la position du petit aimant suspendu relativement à la boîte. D'un autre côté, le passage du moindre courant dans les bobines fait toujours dévier l'aiguille, et des courants égaux produisent toujours des effets égaux, quelle que soit la position de l'appareil, pourvu que l'aimant en fer à cheval reste constant. Enfin, il suffit, pour que l'image parcourre toute l'échelle, d'un angle de déviation si petit, qu'on peut regarder les mouvements de cette image comme absolument proportionnels au courant. On peut amener l'image au zéro, c'est-à-dire au milieu de l'échelle, en réglant le gros aimant au moyen d'une vis disposée à cet effet.

On peut, avec cet appareil, faire toutes les expériences en mer par les plus gros temps. Cet instrument peut être employé avec des bobines différentielles, ou avec de simples bobines reliées à une balance de Wheatstone, ou bien il peut indiquer la perte par des déviations directes. On pourrait aussi s'en servir pour recevoir des dépêches, puisque les mouvements de l'image peuvent se traduire aussi facilement que ceux de tout autre récepteur à une aiguille. La valeur pratique de cet appareil est aujourd'hui bien connue ; il a été consacré par une expérience de plusieurs années entre les mains de divers électriciens. Il est évident qu'on ne peut pas le rendre aussi sensible qu'un galvanomètre dont l'aiguille serait suspendue par un simple

il, et dirigée par le magnétisme terrestre, ou même par une fraction de ce magnétisme. La méthode de suspension et l'action directrice d'un gros aimant réduisent l'amplitude des déviations avec un courant donné; mais l'action des bobines sur le petit aimant est parfaitement suffisante pour rendre l'instrument assez sensible dans la pratique, lorsqu'on doit essayer des longueurs de câble considérables. Avec des appareils très-sensibles destinés à des usages terrestres on peut adopter la même disposition générale, en supprimant le gros aimant et en se servant du simple fil de suspension. Les dépêches reçues pendant quelque temps d'Amérique par le câble transatlantique, le furent au moyen d'un appareil à peu près semblable avec ce que le professeur Thomson appelle *relais humain*. Un employé faisait marcher un récepteur Bain ordinaire avec un manipulateur Morse qu'il abaissait et soulevait quand l'image lumineuse se mouvait à droite ou à gauche sur l'échelle.

IV. *Electromètres*. — James White, de Glasgow, expose un électromètre qu'il a construit d'après les plans du professeur Thomson. Le but de cet appareil est de mesurer la différence de tension entre la terre et un corps isolé. L'indicateur de cet instrument consiste en une aiguille d'aluminium fixée à un fil de platine très-fin, passant par son centre de gravité, et fortement tendu entre deux points fixes. L'aiguille et le fil sont isolés avec soin de la plus grande partie de l'appareil; mais ils sont en communication métallique avec deux petites plaques disposées aux deux extrémités de l'aiguille, et que nous appellerons les plaques de l'aiguille, ou plaques de répulsion. Quand l'aiguille n'est influencée par aucune force électrique, elle reste au zéro, mais on peut toujours la ramener au zéro au moyen d'un bouton de torsion qui fait tourner une extrémité du fil de platine dont il est isolé. Ce bouton est

entouré d'un cercle gradué, et le nombre de degrés de torsion nécessaire pour ramener l'aiguille au zéro donne la mesure de la force qui tend à la faire dévier, comme dans une balance de Coulomb.

L'aiguille et les plaques de répulsion considérées séparément du reste de l'appareil formeraient un électromètre de Delmann, avec cette différence que l'aiguille est suspendue par un fil métallique, et maintenue ainsi en communication avec les plaques, au lieu d'être suspendue par un fil de verre, et mise momentanément en communication avec les plaques dans le cours de l'expérience. Electrisées positivement ou négativement, les plaques repoussent l'aiguille. Cette action est considérablement modifiée par la présence d'une seconde paire de plaques plus larges, faisant face aux premières de l'autre côté de l'aiguille et à une distance beaucoup plus grande. Ces plaques sont reliées à l'armure intérieure d'une bouteille de Leyde constamment chargée à une haute tension d'électricité positive ou négative; nous les appellerons plaques de la bouteille de Leyde ou plaques d'attraction.

L'appareil tout entier est renfermé dans une cage métallique, afin de protéger le verre de la bouteille de Leyde. Il fonctionne de la manière suivante : la bouteille et ses plaques sont chargées à une haute tension, négativement par exemple. Supposons que l'aiguille et les plaques de répulsion soient reliées à la terre, ou, en d'autres termes, soient à la tension zéro; l'aiguille sera déviée contre un butoir, sous l'influence combinée de l'attraction des grosses plaques et de la répulsion des petites, par suite de la charge positive induite dans les petites plaques, et l'aiguille par les plaques de la bouteille de Leyde. Il faut alors tourner le fil de platine avec le bouton de torsion, de manière à ramener l'aiguille au zéro, et le nombre de degrés

de torsion donnera la mesure de la force avec laquelle l'aiguille est attirée. La racine carrée du nombre de degrés observé est proportionnelle à la différence de tension entre la terre et l'armure intérieure de la bouteille; elle mesurera par conséquent cette tension avec une certaine unité arbitraire dépendant de la grosseur et de la position de l'aiguille et des plaques, et de la résistance du fil de platine. Nous appellerons cette expérience l'expérience de la terre.

Supposons maintenant que l'aiguille et ses plaques soient isolées de la terre et mises en communication avec le corps isolé dont on veut mesurer la tension. Si la tension de ce corps est positive, la charge induite par les grosses plaques dans les petites sera plus considérable qu'auparavant; par conséquent l'aiguille sera plus attirée par les grosses plaques, et plus repoussée par les petites. Si, au contraire, la tension du corps est négative, les plaques de la bouteille de Leyde induiront une plus grande charge dans les petites plaques et dans l'aiguille; celle-ci sera par conséquent moins attirée par les grosses plaques et moins repoussée par les petites. L'aiguille sera donc déviée d'un côté ou de l'autre, suivant le signe de la tension du corps soumis à l'expérience. Le fil de platine doit être tourné de nouveau jusqu'à ce que l'aiguille soit ramenée au zéro. La différence de tension entre les plaques de la bouteille et l'aiguille est, dans ce cas, comme dans le précédent, proportionnelle à la racine carrée du nombre de degrés, et la mesure est donnée avec la même unité arbitraire dont nous avons parlé. Ainsi, les deux racines carrées mesurent les deux différences de tension entre la terre et le conducteur essayé et une plaque de la bouteille de Leyde, au moyen d'une unité et de la même unité; de sorte que la différence entre les racines carrées mesurera avec la même unité la différence entre les différences,

ou, ce qui revient au même, la différence entre la tension de la terre et celle du conducteur essayé.

Traduisons cette opération en langue mathématique. Soit a le nombre de degrés observés dans l'expérience de la terre, et b le nombre de degrés observés dans la seconde épreuve ; et appelons L, T, C les tensions des plaques de la bouteille de Leyde, de la terre et du conducteur essayé. Nous aurons :

$$T - L = \sqrt{a},$$
$$C - L = \sqrt{b},$$

par conséquent,

$$C - T = \sqrt{b} - \sqrt{a};$$

c'est-à-dire que la différence de tension entre la terre et le corps observé se mesure par la différence des racines carrées des degrés de torsion. Les unités qui expriment cette mesure ne seront altérées par aucun changement de tension dans les grosses plaques ; c'est un caractère important et essentiel de ce système, car, quelle que soit la valeur de L dans les équations ci-dessus, elle se trouve éliminée dans le résultat final. Seulement, il est nécessaire que pendant les deux observations de a et de b, la tension L reste constante, condition que remplit aisément pendant plusieurs heures l'appareil en question. La sensibilité de l'appareil varie cependant avec la tension des grosses plaques ; elle augmente avec elle, car la mesure cherchée est égale à la différence de deux nombres ; elle est grande si L est grand, petite si L est petit ; et, bien que cette différence reste constante, la différence entre les carrés de ces nombres ne sera nullement constante, mais augmentera avec les nombres eux-mêmes.

Ainsi, supposons $C - T = 3$, et $T = 0$.

Si $L = -1$,

$$T - L = 1 = \sqrt{a}, \quad \text{et} \quad a = 1,$$
$$C - L = 4 = \sqrt{b}, \quad \text{et} \quad b = 16;$$

mais si $L = -10$,

$$T - L = 10 = \sqrt{a}, \quad \text{et} \quad a = 100,$$
$$C - L = 13 = \sqrt{b}, \quad \text{et} \quad b = 169;$$

de sorte que dans le premier cas la différence entre a et b qui mesure la sensibilité de l'appareil est 15, et dans le second 69 ; en d'autres termes, en chargeant la plaque de la bouteille de Leyde à la tension 10, l'appareil devient plus de quatre fois aussi sensible que lorsque la bouteille n'était chargée qu'à la tension 1.

La comparaison de la mesure de $C - T$ ainsi obtenue avec la mesure de la différence de tensions au moyen d'un électromètre absolu donne un coefficient avec lequel on peut obtenir des mesures absolues. Par électromètre absolu nous entendons un instrument qui mesure la différence des tensions en unités électro-statiques absolues, dépendant uniquement du temps, de la masse et des distances. On peut remédier aux pertes qu'éprouve de temps en temps la bouteille de Leyde par des additions provenant d'un petit électrophore qui accompagne l'appareil.

On pourrait encore obtenir des mesures si les plaques de l'aiguille étaient enlevées, mais les déviations seraient moindres, et, ce qui est plus grave, la lecture faite avec une faible déviation de l'aiguille à côté du zéro entraînerait une erreur sensible dans la mesure cherchée. En d'autres termes, le but des petites plaques est de donner de la sensibilité à l'aiguille à la position zéro, en changeant considérablement la force qui la sollicite quand elle dévie un peu à droite ou à gauche de cette position. Si les grosses plaques, au lieu d'être constamment chargées,

étaient simplement reliées à la terre, on obtiendrait encore des déviations quand l'aiguille serait chargée, et la sensibilité de l'appareil serait même en quelque sorte plus grande que celle d'un électromètre de Delmann, à cause des plaques d'attraction ; mais il n'y aurait plus de distinction entre l'électricité positive et l'électricité négative. L'effet produit par la charge de la bouteille de Leyde est double : elle augmente la sensibilité de l'instrument, et permet de reconnaître les deux électricités.

L'air contenu dans la bouteille est maintenu dans un parfait état de sécheresse au moyen de pierre ponce légèrement humectée d'acide sulfurique ; on obtient ainsi un isolement parfait : une bouteille ne perd que 1 pour 100 environ de sa charge en un jour, quand elle est dans de très-bonnes conditions, et 5 pour 100 dans des conditions ordinaires. Une seule expérience de la terre suffit alors comme terme de comparaison avec une série d'autres expériences faites, par exemple, en ballon, et exigeant plusieurs heures. On amène en dehors de l'appareil des électrodes qui servent à charger la bouteille de Leyde, et les aiguilles sont reliées au corps que l'on doit essayer. L'aiguille est si bien suspendue par son centre de gravité, que les déviations sont indépendantes de l'appareil, et qu'on peut faire les observations en le tenant à la main et même s'il est en mouvement.

M. White, l'exposant et le constructeur de cet appareil, a déployé une grande habileté dans l'heureuse exécution des détails difficiles que présente l'invention ingénieuse et nouvelle du professeur Thomson. On en trouvera une description plus complète dans une note lue devant l'Institution royale par le professeur Thomson, le 18 mai 1860, et dans un article sur l'électricité atmosphérique dans la

seconde édition de l'*Encyclopédie des sciences physiques*, de Nichol.

Elliot frères exposent une forme commode de l'électromètre de Peltier : l'aiguille et les plaques de répulsion sont isolées au moyen d'une composition de gomme et de térébenthine. Cet appareil conserve pendant un certain temps une charge à peu près constante sans le secours d'air desséché artificiellement. Souvent, au bout de vingt-quatre heures, la déviation due à la charge ne diminue pas de plus de moitié.

V. *Appareils employés pour la production de l'électricité statique.* — C. F. Varley expose un appareil au moyen duquel de faibles tensions électriques peuvent être multipliées des milliers de fois, de sorte que l'on peut manifester la tension des plus faibles sources électriques, et produire des étincelles ou d'autres phénomènes avec une tension équivalente à celle d'un seul élément voltaïque [1]. On pourrait appeler cet appareil *multiplicateur d'induction.* Il consiste en un axe sur lequel sont fixés plusieurs rangs parallèles de palettes. Nous simplifierons la description en considérant seulement un rang, soit A, B, C, D, etc. On peut faire tourner l'axe à la main ; pendant la révolution et à deux points diamétralement opposés les palettes entrent dans deux rangs d'enveloppes creuses, isolées, en cuivre a, a_1, a_2, a_3, etc., et b, b_1, b_2, b_3, etc. Ces enveloppes cachent les palettes entièrement sur trois côtés, et sont reliées entre elles de la manière suivante : a est libre ; a_1 est avec a_2, a_3 avec a_4, a_5 avec a_6, etc. Dans le rang opposé, b est avec b_1, b_2 avec b_3, b_4 avec b_5, etc. ; a est en face de

[1] Le professeur Wheatstone nous a fait remarquer qu'en 1787 et 1788 des instruments destinés au même usage avaient été décrits par Bennett et Nicholson, dans les *Philosophical Transactions*.

b; a_1 en face de b_1, etc. Ainsi, les deux rangs forment une succession de couples isolés.

a reçoit la charge à multiplier ; supposons d'abord que cette charge consiste en une certaine quantité retenue sans perte au moyen d'un isolement parfait. On tourne ensuite l'axe avec la main. Quand la palette A se trouve dans *a*, une communication avec la terre s'établit à l'extrémité interne de la palette A, recouverte par l'enveloppe. Si la charge de *a* est positive, une charge négative d'une force correspondante est induite en A. Cette charge induite peut approcher plus ou moins, selon les proportions de l'appareil, d'une égalité parfaite avec la charge de *a*; elle sera toujours quelque peu inférieure, mais en pratique on peut facilement rendre cette différence insignifiante.

Si l'on tourne l'axe davantage, la communication avec la terre est coupée, et la charge négative reste isolée sur la palette A. En continuant sa révolution, la palette A arrive dans l'enveloppe *b*, et un contact s'établit avec les enveloppes bb_1. La charge négative de A se distribue alors presque entièrement sur la surface extérieure de la double enveloppe bb_1. A chaque révolution de l'axe la même série de contacts se reproduit ; les charges successives de A sont induites par *a* et communiquées à la double enveloppe bb_1, sur la surface de laquelle elles s'accumulent graduellement, jusqu'à une limite qui n'est pas infinie, laissant de côté l'isolement, parce que, quand la palette est dans bb_1, et que les contacts sont établis, le métal ne se trouve pas tout entier enveloppé par une surface métallique continue, qui forme une partie de *b*. Cependant, en pratique, l'effet sera plutôt limité par l'imperfection de l'isolement que par la solution de continuité de la surface de l'enveloppe bb_1. Mais tandis que l'électricité négative s'accumule ainsi sur bb_1, la seconde palette passe dans l'enveloppe b_1. Au mo-

ment où elle est entièrement couverte par cette enveloppe, le contact de terre s'établit comme pour la palette A. Par conséquent B a reçu constamment de plus grandes charges d'électricité positive, dont chacune est égale à peu près à la quantité d'électricité négative accumulée sur bb_1. La palette C reçoit de a_1 a_2 des charges de plus en plus grandes d'électricité négative, qu'elle communique à b_3 b_4, et la multiplication continue ainsi par autant de palettes et d'enveloppes que l'on veut, par la simple rotation de l'axe.

Si toutes les palettes et les enveloppes sont semblables, et si une palette avec sa paire d'enveloppes peut produire dans la seconde enveloppe une charge dix fois plus grande seulement que celle de la première, il est évident que dix palettes avec leurs enveloppes produiront dans la dernière enveloppe une charge 10^{10} ou 10,000,000,000 fois plus grande que dans la première. La tension de cette dernière enveloppe, si l'on élimine toutes les causes de trouble, doit être 10,000,000,000 fois plus grande que celle de la première enveloppe dans les mêmes conditions. On se sert d'écrans métalliques en communication avec la terre entre chaque couple d'enveloppes pour empêcher leur action de l'une sur l'autre, et l'on entoure aussi l'appareil entier pour le protéger contre les influences électriques étrangères.

Si au lieu de donner à la première enveloppe *a* une certaine quantité définie d'électricité, on la maintenait à une certaine tension constante par un contact avec une source d'électricité, par exemple en la reliant avec le pôle d'une pile, tandis que l'autre serait à la terre, le résultat serait exactement le même que si l'on avait communiqué d'abord à cette enveloppe une quantité définie égale à celle qu'elle contient quand la palette A se trouve dedans, et que le contact de terre est établi. La multiplication pour

chaque nombre de tours pourrait, si l'isolement est bon, être parfaitement déterminée; mais avec ces dispositions, elle ne pourrait l'être qu'expérimentalement. Il paraît que M. Varley, en modifiant légèrement cet appareil, en a fait un autre dans lequel il est facile de déterminer par le calcul la multiplication produite par un nombre donné de tours.

Péclet, avec son condensateur à trois plaques, a depuis longtemps fourni les moyens de multiplier indéfiniment les tensions électriques; mais la manipulation de son appareil était extrêmement ennuyeuse, et il ne fonctionnait pas régulièrement. Svanberg, en 1848, a décrit devant l'*Association britannique* un système préférable à celui de Péclet, au moyen duquel il obtenait des étincelles d'un seul élément Daniell. Néanmoins, la manipulation de l'appareil de Svanberg serait très-ennuyeuse, et, à moins de prendre des précautions particulières pour établir à la main les différents contacts, on ne pourrait pas se fier aux résultats. L'appareil de M. Varley est d'un usage excessivement simple ; il substitue un mouvement de rotation à la série de changements compliqués exigée par les instruments de Svanberg et de Péclet ; il est par conséquent plus rapide dans son action et par cela même plus sûr ; tous les contacts sont faits mécaniquement, et par conséquent le sont toujours de la même manière; en outre ils se font toujours entre des pièces de platine exactement semblables. Pour prouver qu'on peut se fier à cet appareil, comme indiquant une multiplication réelle de la charge donnée primitivement à la première plaque, M. Varley a fait voir au jury une forte tension positive produite en multipliant la tension du pôle positif d'un élément Daniell par un nombre déterminé de tours de l'axe; puis, en renversant les pôles de la pile et tournant l'axe de l'appareil un nombre de fois

double de celui qui avait produit la première tension, il a renversé cette tension et en a produit une à peu près égale, mais de signe contraire. Les tensions étaient assez fortes pour produire des étincelles; on les mesurait avec l'électromètre portatif du professeur Thomson exposé par M. White. Depuis, M. Varley nous a fait connaître qu'il avait obtenu avec son appareil une multiplication de plus de 15,000 fois la tension primitive.

C. Varley expose une belle machine électrique avec un disque en vulcanite et avec des conducteurs montés sur des tiges également en vulcanite. Cette application de la vulcanite ne remonte qu'à 1851; elle donne d'excellents résultats, et permet aux appareils de bien fonctionner dans une atmosphère humide, alors que les appareils montés sur verre deviendraient presque inutiles. Le disque de vulcanite a 35 pouces de diamètre. L'amalgame employé avec cette substance doit être plus doux qu'avec le verre; autrement le disque se détériore par l'usage. On se sert d'un gros anneau d'induction, suivant le plan adopté par le docteur Winter, de Vienne. Dans des conditions favorables on a obtenu de cet appareil des étincelles longues de 20 pouces. Sans l'anneau du docteur Winter les étincelles n'avaient que 7 pouces environ.

Elliot frères et S. W. Silver et Ce exposent aussi de grosses et bonnes machines électriques avec des disques et des supports en ébonite ou vulcanite.

M. Watson, de Newcastle, expose une machine hydro-électrique d'Armstrong de la forme ordinaire [1].

[1] Traduit par M. Labussière.

(La suite au prochain numéro.)

RAPPORTS

CONCERNANT LE PRIX INSTITUÉ PAR L'EMPEREUR

EN FAVEUR

DES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

(Extrait du *Moniteur* du 9 mai 1858.)

SIRE,

Par décret du 23 février 1852, Votre Majesté a institué un prix de 50,000 francs en faveur de l'auteur de la plus utile application de la pile de Volta, et elle a fixé à cinq ans le terme du concours. Un arrêté du 7 février 1857 a donc réuni une commission chargée d'examiner les travaux qui seraient présentés pour disputer le prix.

Cette commission était composée comme il suit :

MM. Dumas, sénateur, membre de l'Institut, président;
Becquerel, membre de l'Institut;
Pelouze, membre de l'Institut;
Regnault, membre de l'Institut;
Despretz, membre de l'Institut;
Rayer, membre de l'Institut;
Serres, membre de l'Institut;
le baron Ch. Dupin, membre de l'Institut;
le baron Séguier, membre de l'Institut;
le général Poncelet, membre de l'Institut;
le général Morin, membre de l'Institut;
Reynaud, inspecteur général des ponts et chaussées, chef du service des phares;

M. Sainte-Claire Deville, maître de conférences à l'Ecole normale supérieure, secrétaire.

La commission ne s'est pas contentée d'accueillir avec empressement les travaux qui lui étaient soumis; fidèle aux intentions de Votre Majesté, elle est allée au-devant de tous ceux qui lui paraissaient dignes d'attention. Je dois ici rendre hommage au zèle dont elle a fait preuve pendant les longues séances qu'elle a consacrées à cet examen. Mais, après les investigations les plus consciencieuses, aidées de toute l'expérience, de tout le savoir qui peuvent assurer l'autorité d'un jugement, elle n'a pas pensé qu'il y eût lieu à décerner le prix. Elle a constaté toutefois d'estimables efforts; elle espère qu'un ajournement pourra permettre à des résultats plus complets de se produire, et je me fais son interprète en demandant à Votre Majesté d'ouvrir de nouveau le concours pour une période de cinq ans.

Tel est le vœu exprimé par la commission dans le rapport qu'elle m'a adressé par l'organe de son président, M. Dumas, et que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de Votre Majesté. Plusieurs concurrents trouveront une précieuse récompense dans les éloges que ce rapport donne solennellement à leurs travaux; quatre d'entre eux y sont particulièrement signalés : MM. Ruhmkorff, Froment, Duchenne (de Boulogne) et Mittdelsdorff. Il appartient à M. le ministre des affaires étrangères de proposer en faveur de MM. Ruhmkorff et Mittdelsdorff, à raison de leur nationalité, les récompenses dont ils sont dignes. En ce qui me concerne, je prie Votre Majesté de vouloir bien décerner à MM. Froment et Duchenne (de Boulogne) une médaille d'encouragement commémorative du concours, et en outre d'accorder à M. Duchenne, qui n'est pas encore

membre de la Légion d'honneur, la croix de chevalier de l'ordre.

Je suis avec le plus profond respect,

Sire,

de Votre Majesté,

le très-humble et très-obéissant serviteur,

Le ministre de l'instruction publique et des cultes,

ROULAND.

Rapport à S. Exc. le ministre de l'instruction publique et des cultes sur le concours ouvert au sujet du prix extraordinaire de 50,000 francs fondé par S. M. l'Empereur pour une application nouvelle de la pile de Volta.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Par un décret en date du 23 février 1852, S. M. l'Empereur, prenant une initiative dont tous les amis des sciences ont été vivement reconnaissants, a institué un prix extraordinaire de 50,000 francs pour être décerné en 1857 à l'auteur d'une découverte qui aurait rendu la pile de Volta applicable une fois de plus, soit aux opérations de l'industrie, soit aux besoins ordinaires des cités ou de la vie domestique, soit enfin à la pratique de l'art de guérir.

Les savants de toutes les nations étaient invités à prendre part à ce concours. Il avait pour but à la fois de hâter le développement des applications utiles de la pile de Volta et de compléter la pensée de Napoléon Ier, qui, dès le commencement du siècle, signalait cet appareil comme le plus admirable des instruments de la science, comme le plus énergique et le plus flexible des agents de la puissance humaine.

La commission chargée par Votre Excellence d'examiner les pièces qui lui ont été adressées de toutes les parties de l'Europe, regrette d'avoir à déclarer qu'aucune d'elles ne satisfait complétement aux conditions exigées par le programme, et qu'en conséquence il n'y a pas lieu de décerner le prix.

Elle espère que les considérations qui vont être exposées démontreront à Votre Excellence qu'il serait de l'intérêt des sciences et des arts que le concours fût ouvert de nouveau, et que le prix fût maintenu pour être décerné en 1863.

Elle espère également qu'après avoir fait connaître à Sa Majesté ce vœu respectueux de la commission, Votre Excellence voudra bien placer sous ses yeux les noms de quelques-uns des concurrents qui, sans avoir mérité le prix, se sont fait remarquer par des efforts intelligents et heureux.

I. L'électricité nous est connue sous deux formes douées de qualités très-distinctes et produisant des effets très-différents.

L'ancienne électricité, pleine de menaces, n'inspirait à l'homme qu'une seule pensée, celle d'échapper à ses redoutables coups. Lorsque la physique eut démontré l'identité des phénomènes des orages et des effets produits par l'électricité des machines, et que Franklin, inventant le paratonnerre, eut désarmé la foudre, le dix-huitième siècle resta frappé d'admiration ; mais, satisfait de voir le tonnerre détourné, il crut que la science avait dit son dernier mot, et il ne songea pas à lui demander d'en faire un instrument docile.

Bientôt cependant parut à son tour sur la scène du monde, une électricité nouvelle, une électricité pleine de promesses. Née avec le siècle, fécondée par les découvertes les plus brillantes, rendue bientôt populaire par les plus merveilleuses applications, après avoir créé coup sur coup trois grandes industries, la galvanoplastie, l'application à froid des métaux précieux sur tous les métaux et la télégraphie électrique, celle-ci ouvre un champ sans limites aux désirs de l'homme. Chaque service qu'elle rend, élargissant l'horizon, donne le droit de réclamer d'elle un service nouveau et plus grand.

Comment borner ses espérances, en effet, lorsqu'on s'adresse à une force qu'on transforme à volonté en magnétisme, en chaleur, en lumière ; qui produit toutes les actions chimiques de la matière morte et tous les mouvements de la matière vivante ; une force, enfin, en laquelle viendra se résumer peut-être cette attrac-

tion universelle qui préside aux mouvements des mondes et à l'éternel équilibre de l'univers ?

Comment les borner, lorsqu'il s'agit d'une force par laquelle on élève à l'instant la température des corps jusqu'à fondre et dissiper les plus réfractaires, d'où l'on tire soudain un foyer lumineux dont nulle lumière factice n'égale l'intensité, capable de dissocier les corps composés, même les plus rebelles, et qui, soutirant les métaux de leurs dissolutions froides, les fixe sans efforts à la place indiquée, éclatants et malléables comme si le feu et le marteau les avaient rougis et forgés ; d'une force qu'on voit imprimer le mouvement aux machines, et à qui les muscles de tous les animaux obéissent comme s'ils étaient excités par cette force inconnue de la vie dont les nerfs sont les mystérieux messagers ?

Développer cette force qui peut imiter toutes les autres et les surpasser même en énergie, la recueillir, la diriger, en gouverner l'emploi, tels sont les problèmes que le concours posait à l'activité des sciences et de l'industrie.

Les mémoires adressés par les divers concurrents furent classés par la commission en six divisions principales, selon qu'ils avaient pour objet l'art de produire l'électricité avec économie, de l'utiliser comme force mécanique, de la convertir en foyer de chaleur ou de lumière, d'y chercher le principe de réactions chimiques nouvelles ou d'applications utiles à l'art de guérir. Chacun d'eux devint l'objet d'un examen spécial, d'un rapport et d'une délibération ; nous ne signalerons que les principaux.

II. L'art de produire l'électricité n'a pas réalisé jusqu'ici tous les progrès que la nature des choses permettait d'en espérer. Une réaction chimique coûteuse, la combustion d'un métal par un acide, constitue encore celle des sources de ce fluide qui est le plus souvent mise à profit, soit par la science, soit par les arts, tandis que la production de la vapeur ainsi que la chaleur intense que les travaux du métallurgiste réclament, s'obtiennent au moyen du moins coûteux des phénomènes chimiques, la combustion de la houille par l'air.

Or, pour diminuer le prix de revient de l'électricité, depuis qu'on sait utiliser tout le fluide engendré par le phénomène chimique qui en est le point de départ, on n'aperçoit que deux moyens : chercher dans la vente des matières auxquelles donne naissance la destruction du métal producteur de l'électricité, une compensation de la double dépense que son achat et celui des acides ont occasionnée ; ou bien, renonçant aux procédés actuellement en usage pour la production de l'électricité, recourir à d'autres voies moins dispendieuses de nature à rapprocher son prix de revient de celui de la vapeur.

L'un des concurrents, M. de Doullet, voyant que le sulfate de zinc précipité par le sulfure de baryum donne du sulfure de zinc et du sulfate de baryte insolubles et blancs l'un et l'autre, a pensé que ce mélange était susceptible d'être utilisé comme couleur pour la peinture à l'huile. Depuis 1853, on a fabriqué par ses soins et livré au commerce 130,000 kilogrammes de ce produit, sous le nom de *Blanc métallique*. Les efforts de l'auteur, pour donner ainsi une application certaine et étendue au résidu du travail des piles, ont semblé à votre commission bien dirigés et dignes d'intérêt.

La commission pense toutefois que, dans l'immense variété des actions chimiques succeptibles d'être utilisées pour la production de l'électricité, on en trouverait qui, étant fondées sur l'emploi de comburants de nature à être ravivés par l'air et sur celui de combustibles propres à être restitués par le feu, présenteraient des conditions plus favorables, au point de vue du prix de revient, que celles dont on fait usage aujourd'hui.

Les matériaux employés à la production de l'électricité pourraient de la sorte, après un court circuit, jouer de nouveau et avec la même utilité leur rôle primitif. C'est à ce titre qu'elle signale à l'attention des physiciens les premiers essais de M. Doat, entrepris en vue de remplacer la combustion du zinc à l'aide des acides par l'action de l'iode sur le mercure. Dans son procédé, le corps iodurant se reproduit sans cesse et le mercure se révivifie à volonté. Si, tout en conservant la pensée caractéristique de la mé-

thode, on la mettait à profit au moyen de substances d'un prix moins élevé, la production économique et régulière de l'électricité en recevrait un précieux secours.

Mais, au lieu de chercher dans l'électricité l'origine d'une force mécanique utilisable, ne peut-on pas, au contraire, au moyen d'une force mécanique donnée, engendrer de l'électricité à un prix plus bas que celle qui naît des actions chimiques ? C'est ce qu'a pensé M. Lamy, professeur à la Faculté des sciences de Lille, lorsqu'il a recueilli, pour le convertir en électricité, le magnétisme qui se renouvelle sans cesse dans les volants en action des machines à vapeur. C'est ce que pratiquent depuis longtemps, en Angleterre, M. Elkington, et, depuis peu en France, MM. Trélon et Bernard, par l'emploi de la machine magnéto-électrique au service de leurs usines, où s'effectue l'application des métaux sur les métaux.

Quoique les électro-aimants mis en mouvement par une machine à vapeur fournissent ainsi l'électricité que la décomposition chimique des sels métalliques consomme, sans autre dépense que celle du charbon brûlé, chose singulière, ils n'ont pas offert d'avantage jusqu'ici, au point de vue économique, sur l'emploi direct de la pile. Mais, on ne saurait pourtant méconnaître l'intérêt qui s'attache à l'étude de ces sources d'électricité. Dans les usines où l'on met la vapeur à profit pour mouvoir des machines nombreuses, il sera toujours commode et souvent économique de détourner une petite fraction de la force disponible pour engendrer à son aide l'électricité nécessaire à quelques applications spéciales.

La commission a vu avec une véritable satisfaction, en ce qui concerne la conduite des piles elles-mêmes, les essais curieux par lesquels MM. Fonvielle et Granet d'une part, et M. Erckmann de l'autre, lui ont démontré que dans une pile où le liquide excitateur se renouvelle au contact des éléments par un mouvement rapide et continu, l'action toujours plus énergique devient bientôt constante dans ses effets. Ces essais lui ont semblé vraiment dignes de l'attention et de l'intérêt des physiciens.

III. Des moteurs électriques nombreux et divers ont été soumis à l'examen de la commission. Sans doute la force électrique pourra être appelée à jouer plus tard un rôle mécanique important par suite de progrès nouveaux et de découvertes imprévues, mais après mûr examen de tous les moteurs électriques proposés, la commission est forcée d'avouer qu'aucun d'eux ne satisfait jusqu'ici aux conditions qu'on a droit d'exiger d'un rival sérieux de la vapeur.

La force électrique est très-puissante au contact des éléments mécaniques qu'elle anime, mais elle n'étend pas son action à distance et perd très-rapidement de son pouvoir, à mesure que ces éléments s'éloignent les uns des autres. Cette circonstance, jointe au prix trop élevé des agents chimiques employés pour engendrer cette force, explique et excuse l'insuccès des artistes qui ont tenté de s'en servir comme moteur.

S'agit-il d'animer les organes des machines de force, l'électricité ne paraît donc offrir, en l'état de la science, aucune chance de succès prochain. Il faut qu'une grande découverte vienne révéler dans ce fluide des qualités ignorées pour qu'on puisse en espérer un emploi sérieux pour ce grand objet. Mais, s'agit-il d'intervenir parrallèlement à l'action des moteurs ordinaires pour en régler le service, pour coordonner les efforts des engins qu'ils meuvent ou pour diriger les outils que ceux-ci utilisent, dans ce rôle plus modeste, l'électricité devient le plus précieux des agents, à cause de la rapidité et de la précision des effets qu'elle détermine.

Renonçant à chercher dans cette force le principe d'un moteur comparable à ceux que l'air, l'eau, la vapeur et les agents animés eux-mêmes mettent à la disposition de l'homme, la commission n'en a pas moins vu avec une vive curiosité les applications qu'un constructeur habile, M. Froment, a su faire des appareils électriques de son invention. Dans ses ateliers, l'électricité suit, conduit et gouverne la vapeur, de même qu'une intelligence fine et déliée maîtriserait une nature robuste et brutale qu'elle aurait domptée. Pour certaines machines à diviser, chargées des travaux

les plus délicats, elle décide leur départ, elle règle leur course et elle arrête leur travail à son terme avec une ponctualité que les soins de l'artiste le plus attentif n'atteindraient jamais, avec une fidélité qui dispense de toute surveillance.

La puissance mécanique de l'électricité peut donc être mise à profit, dès à présent, comme régulateur, dans le service de ces machines industrieuses où la précision et la délicatesse du travail sont l'objet principal et l'emportent sur toute autre considération, et en particulier sur celles qui concernent la dépense.

C'est en essayant d'effectuer une application analogue de l'électricité que M. Nicklès, professeur à la faculté des sciences de Nancy, propose : 1° d'employer des électro-aimants comme éléments des roues de locomotives pour augmenter à volonté leur adhérence aux rails ; 2° de transmettre sans frottement les mouvements les plus rapides au moyen de cylindres en fer doux, aimantés, remplaçant les engrenages ordinaires ; 3° de faire intervenir l'électricité dans la construction des mécanismes destinés à mettre en mouvement les freins à l'aide desquels on modère à volonté la vitesse des trains de chemins de fer.

Ces divers emplois de l'électricité rentreraient, quant à leur nature au moins, dans l'ordre de ces applications spéciales pour lesquelles l'électricité peut être essayée malgré son haut prix. Des expériences sur une grande échelle, effectuées par un établissement de l'Etat, prononceront sur les deux premières propositions de M. Nicklès. Quant à la troisième, elle soulève des objections de principe qui n'en permettraient pas l'application.

IV. L'électricité peut élever la température des corps soumis à son action à un degré tel, qu'elle surpasse, à cet égard, tous les moyens dont la chimie dispose. Mais, l'espace ainsi échauffé est toujours circonscrit, et la masse des corps susceptibles d'en éprouver les effets toujours limitée. Ne soyons donc pas surpris, si, malgré l'intérêt des études auxquelles s'est livré à ce sujet l'un des membres de la commission, et malgré la puissance prodigieuse du foyer de chaleur qu'on obtient au contact des deux pôles de la pile, celui-ci n'a pas reçu d'emploi. Tant qu'il s'agis-

sait seulement de rivaliser avec les foyers ordinaires, son prix était trop élevé. Mais, considéré comme moyen d'enflammer les corps à volonté et à distance, ce foyer qui s'allume ou s'éteint instantanément, qui éclate à plusieurs kilomètres de l'origine du courant, au commandement de la main qui le dirige, peut, dans certains cas particuliers, recevoir les plus heureuses applications.

C'est ainsi que M. Ruhmkorff, l'un de nos artistes les plus estimés de l'Europe savante, parvient à enflammer, sans danger et à coup sûr, ces mines gigantesques où l'explosion de quelques tonnes de poudre ébranle et disloque des roches par centaines de mille tonnes à la fois, comme on le pratique à Cherbourg, à Alger, à Marseille, pour les grands travaux de ces trois ports.

C'est ainsi que le même artiste, remplaçant le service lent, pénible et parfois impossible d'un marin, enflamme tout à coup par les mêmes moyens, malgré les vents et la tempête, au plus haut des mâts, les fanaux destinés à servir de signaux en mer.

Il est juste et nécessaire d'ajouter que ces belles applications de l'électricité n'eussent pas pris rang dans la pratique, si M. Ruhmkorff n'avait apporté d'abord à la construction de l'important appareil d'induction qui les rend possibles, les changements heureux et l'exécution savante qui ont fait donner par les physiciens reconnaissants et d'un commun accord le nom de cet habile artiste à l'instrument qu'il avait tant perfectionné.

L'éclairage électrique, depuis l'époque où il apparaissait pour la première fois dans les cours publics, a réalisé de sensibles progrès. Pour certaines circonstances déterminées, il est même réellement devenu pratique. Mais, depuis l'ouverture du concours, il ne s'est produit aucun progrès notable dans cette application singulière de l'électricité. On n'a appris ni à colorer la flamme électrique, ni à modifier facilement son intensité, de façon à la rapprocher par là des flammes communes et à lui communiquer ainsi les deux qualités qui rendent l'éclairage ordinaire plus agréable ou plus commode. Peut-être même ces perfectionnements de détail, fruit du temps et de la pratique, ne sont-ils guère à espérer, tant que quelque grande cité n'aura pas affecté

un crédit annuel à l'expérimentation journalière et continue de l'éclairage électrique, sur quelque point déterminé où ses qualités spéciales lui assureraient l'avantage sur l'éclairage au gaz.

En ce qui concerne les effets chimiques de la pile et leurs applications si nombreuses et si riches déjà, le perfectionnement le plus nouveau dont la commission ait eu connaissance consiste dans l'emploi de la gutta-percha au moulage des pièces galvano-plastiques. Sans rentrer tout à fait dans les termes posés par le programme du concours, ce perfectionnement, par sa grande importance, a paru mériter ici à son auteur, M. Gueyton, une mention particulière de la commission.

V. La thérapeutique trouve maintenant dans l'emploi des forces électriques cet auxiliaire utile des anciens procédés de l'art de guérir, que le commencement du siècle avait trop vite accueilli, lorsque pour la première fois la délicatesse et la puissance du nouvel agent lui étaient révélées et que les spectateurs, frappés de terreur, voyaient sous l'impulsion électrique des cadavres de suppliciés se soulever, leurs bras s'étendre, leur poitrine se gonfler et leur physionomie reproduire avec la plus cruelle vérité l'expression de toutes les passions de la vie.

Une théorie fausse des effets de la pile, une théorie fausse des phénomènes galvaniques observés dans les animaux vivants, avaient bientôt frappé d'impuissance cette force nouvelle entre les mains du physiologiste et du médecin. Mais peu à peu la lumière s'est faite dans ces régions obscures de la science de la vie, si dignes de la curiosité des hommes; le retour vers les idées de Galvani, l'analyse savante des mystères de l'électricité propre des animaux, tout a contribué récemment à marquer à l'électricité sa place dans l'arsenal de la médecine. Aussi est-ce de ce côté, qui était demeuré stérile entre les mains des empiriques, qui devient fécond depuis que la science sérieuse s'en est emparée, que la commission aurait aperçu les études les plus dignes du prix, si le prix eût été décerné.

Citons en premier lieu, à cause de leur caractère spécial, les travaux de M. Mittdelsdorff, chirurgien distingué, attaché à l'hô-

pital général de Breslau. Il emploie l'électricité pour développer, sur un point donné et à un moment donné, une chaleur qui s'élève jusqu'au rouge blanc. Il en fait un moyen certain pour produire, sans péril, dans des organes profonds, des cautérisations parfaitement localisées. Il met en usage un grand nombre d'instruments nouveaux destinés à cautériser les tissus ou à couper les pédicules des tumeurs, au moyen de fils de platine rendus incandescents par la pile et il les décrit dans un ouvrage spécial. Des expériences du même genre avaient été tentées en France déjà, l'auteur les connaissait et il en a profité. Mais les succès de sa pratique, le choix excellent de ses procédés, la création d'instruments éprouvés attachent au souvenir d'un progrès accompli dans les méthodes de la médecine opératoire, le nom de M. Mittdelsdorff.

M. le docteur Duchenne (de Boulogne) a guéri certains cas de paralysie, et il en a amélioré plusieurs autres au moyen de cette action électrique intermittente que l'on obtient à l'aide des courants d'induction. Il croit même avoir constaté des différences appréciables dans la manière d'agir des courants du premier et du second ordre. Les malades traités par M. Duchenne sont nombreux, les cas de guérison incontestables.

Guidé par une théorie délicate, l'auteur est parvenu à rendre à des muscles atrophiés leur volume et leur énergie et à restituer le mouvement à des membres qui en étaient presque privés. On voit des malades retrouver ainsi, en quelques mois de traitement, l'usage d'une main, d'un bras, d'une jambe, frappés d'inertie. C'est en excitant tous les jours dans le muscle atrophié et réduit à l'état rudimentaire une foule de contractions par l'action intermittente et localisée du courant d'induction que M. Duchenne y parvient. Comme si cet exercice, que la volonté était impuissante à obtenir du muscle et que la pile seule pouvait lui commander, agissait à son égard à la manière de cet exercice volontaire modéré et répété qui favorise si bien le développement des masses musculaires des organes du mouvement. Bien entendu que, dès que l'électricité a rendu au muscle restauré la vitalité

qui lui manquait, on renonce à son emploi pour laisser à la volonté elle-même son rôle naturel.

C'est dire que M. le docteur Duchenne a fait de l'électricité un moyen d'investigation minutieux pour les fonctions des muscles. Il s'est attaché à bien déterminer le rôle propre de chaque muscle et même celui de chacun des faisceaux des muscles composés. C'est ainsi que par l'action convenablement dirigée de l'électricité sur les muscles de la face, il provoque tous les phénomènes mécaniques par lesquels les passions les plus diverses se traduisent sur la physionomie. L'analyse savante à laquelle il s'est livré à ce sujet, et les démonstrations par lesquelles il en constate la certitude, méritaient et ont obtenu l'attention du peintre et du statuaire.

De son côté, l'application des courants continus à l'art de guérir a été pour M. le docteur Remak l'objet d'utiles et nombreuses expériences. Les principes sur lesquels il se fonde ne sont pas nouveaux, mais la persévérance avec laquelle il a poursuivi ses essais, le soin avec lequel il en a constaté les résultats, lui méritent la reconnaissance des praticiens et justifient l'intérêt que la commission lui témoigne.

VI. Avant de prononcer sur les mérites de chacun de ces concurrents, la commission a toujours voulu apprécier, non-seulement ce qu'ils avaient à produire immédiatement, mais aussi ce qui pouvait sortir de leurs vues premières rectifiées et mûries par la discussion. Elle a cru marcher d'accord avec la pensée bienveillante de l'auguste fondateur du concours, en portant dans cet examen, à côté de la rigueur du juge, le désir sincère de voir surgir, même après sa clôture, une découverte digne de mériter le prix à son auteur.

Ce n'est donc pas seulement au 23 février 1857, mais aux premiers mois de l'année 1858, que son jugement se rapporte en réalité, et la commission n'hésite point à affirmer que les six années qui viennent de s'écouler n'ont rien porté à sa connaissance qui fût tout à fait digne du prix extraordinaire offert à la science et à l'industrie par la libéralité de Sa Majesté l'Empereur.

Mais, après avoir soigneusement apprécié les faits venus à sa connaissance et les espérances qu'ils laissent concevoir, elle est bien éloignée d'en conclure que ce concours sera demeuré stérile. Quand l'heure est venue, le grain confié à la terre ne produit-il pas sa moisson, quoiqu'il soit resté d'abord inerte et immobile dans les profondeurs du sillon qui le cachait ?

L'industrie du sucre de betterave, décrétée par le génie de Napoléon Ier, après avoir échoué d'abord et même disparu pendant quinze années, ne s'est-elle pas relevée pleine de vie, précisément au moment où, tombée dans l'oubli, elle semblait anéantie pour toujours ?

Lorsque, dès la naissance de l'électricité nouvelle, au lendemain de la bataille de Marengo, le 26 prairial an X, Napoléon Ier écrivait d'Italie à Chaptal, ministre de l'intérieur :

« Je désire donner en encouragement une somme de soixante mille francs à celui qui, par ses expériences et ses découvertes, fera faire à l'électricité un pas comparable à celui qu'ont fait faire à cette science et Franklin et Volta, » l'Empereur laissait voir quelles vives et prochaines espérances lui inspirait l'avenir promis à de telles études. Cependant, près de vingt années ne s'écoulèrent-elles pas avant qu'il fût donné au physicien danois Œrstedt de découvrir le fait fondamental, l'action du courant galvanique sur l'aiguille aimantée, qui, fécondé par le génie d'Ampère, devait les réaliser?

Mais la pensée de l'Empereur était si juste et si profonde, que, dans l'espace d'un demi-siècle, ce prix eût été mérité quatre fois au moins : par la découverte d'Œrstedt ; par les immortels travaux d'Ampère ; par cette autre découverte d'Arago et par les puissantes recherches de Faraday qui l'ont fécondée.

C'est un devoir pour ceux d'entre nous à qui il a été donné d'assister de près aux événements glorieux pour la science que rappellent ces noms célèbres, de dire ici bien haut quelle confiance et quelle ardeur la manifestation émanée de l'Empereur avait semées dans les âmes, et comment cette impulsion de son grand génie n'est restée étrangère à aucune des choses mémora-

bles qui ont illustré le mouvement scientifique du commencement du siècle.

Les découvertes ne s'improvisent pas. Il leur faut la lente élaboration du temps ; laissons au temps sa part et son rôle, et ne croyons pas que les six années écoulées depuis que le concours actuel a été ouvert aient été perdues, parce que les fruits ne s'en sont pas encore montrés au grand jour.

La commission ne saurait donc proposer de fermer le concours. Si elle y était autorisée, elle exprimerait, au contraire, l'avis qu'il y a lieu de le rouvrir et d'en reporter le jugement à l'année 1863.

En terminant, elle émet respectueusement le vœu qu'en vue de récompenser les travaux intelligents et les efforts heureux des concurrents qu'elle a signalés, Son Excellence veuille bien lui servir d'interprète auprès de Sa Majesté pour la prier d'accorder quatre médailles d'encouragement commémoratives du concours de 1852 à MM. Ruhmkorff, Froment, Duchenne (de Boulogne), Mittdelsdorff.

Fait à Paris, le 26 décembre 1857.

DUMAS,
Sénateur, membre de l'Institut, président de la commission.

(Extrait du *Moniteur* du 13 septembre 1864.)

Paris, le 12 septembre 1864.

SIRE,

Votre Majesté a bien voulu, par son décret du 8 mai 1858, ouvrir pour une seconde période de cinq années le concours qu'elle avait institué en 1852 pour un prix de cinquante mille francs en faveur de l'auteur des applications les plus utiles de la pile de Volta. Cette prorogation, dictée par un sentiment de libérale sollicitude pour les progrès de la science, a porté ses fruits. La commission chargée de juger les résultats du premier concours, tout en reconnaissant la valeur et l'importance de quelques-uns de ces résultats et en appelant sur leurs auteurs les encouragements bienveillants de l'Empereur, n'avait pas

pensé qu'il y eût lieu de décerner la haute récompense proposée par Votre Majesté.

Aujourd'hui, Sire, cette même commission a constaté une amélioration notable dans les travaux, dans les essais et les procédés des concurrents, et elle a jugé digne du prix M. Ruhmkorff, qui, déjà placé en première ligne dans le concours précédent, a su, à l'aide de nouveaux perfectionnements apportés dans ses appareils, aussi remarquables par la simplicité que par la puissance, obtenir de l'électricité des effets d'une énergie merveilleuse, destinés à rendre à l'industrie les plus grands services et à frayer la voie à la science vers de nouvelles découvertes.

J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de Votre Majesté le rapport du savant académicien qui a présidé et dirigé les travaux de la commission. Votre Majesté y trouvera, en même temps qu'un témoignage de l'attention scrupuleuse avec laquelle ce jury si compétent a rempli sa mission, le développement des raisons qui ont déterminé son jugement, et l'exposé des efforts heureux et méritoires d'autres expérimentateurs et de leurs progrès dans les diverses applications de la pile à la mécanique, à l'éclairage, à la médecine pratique.

La commission a surtout distingué parmi eux et m'a prié, par l'organe de son président, de signaler particulièrement à la bienveillance de l'Empereur M. Froment, auquel une médaille a déjà été décernée dans le premier concours, qui n'a cessé depuis de consacrer honorablement son temps et sa fortune à la poursuite et à la réalisation de toutes les idées relatives aux mécanismes électriques, et qui, par ses conceptions ingénieuses et par la parfaite exécution de ses appareils, s'est acquis la reconnaissance universelle des savants, des artistes et des inventeurs. Un avancement dans l'ordre impérial de la Légion d'hon-

neur serait une marque de juste estime pour ses travaux.

Il me reste, Sire, à soumettre à Votre Majesté un autre vœu de la commission, auquel je m'associe avec empressement. Les progrès toujours croissants de la véritable intelligence et de l'utile emploi des forces de la nature l'ont convaincue que l'électricité, cet agent mystérieux et fécond, dont la science s'efforce de saisir les secrets, tient encore en réserve des merveilles inattendues et qu'une étude persévérante peut seule nous les révéler. La commission, persuadée qu'on devait espérer maintenant plus que jamais le succès des vues qui ont inspiré Votre Majesté en fondant un prix en faveur de la meilleure application de la pile de Volta, considérerait comme très-opportune l'ouverture d'un nouveau concours pour une troisième période de cinq ans.

Afin d'assurer l'exécution du décret du 8 mai 1858, et celle de la décision prononcée en faveur de M. Ruhmkorff, en même temps que pour satisfaire au vœu de la commission, j'aurai l'honneur de demander à Votre Majesté l'autorisation de présenter à l'examen du Conseil d'Etat et à la sanction du Corps législatif deux projets de lois : l'un ayant pour objet d'ouvrir au ministère de l'instruction publique un crédit extraordinaire de 50,000 francs sur le budget rectificatif de 1865, l'autre portant renouvellement du concours pour une troisième période de cinq ans.

Je suis avec respect,

Sire,

de Votre Majesté,

le très-humble, très-obéissant et très-fidèle serviteur,

Le ministre de l'instruction publique,

V. Duruy.

Approuvé :

NAPOLÉON.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Par son décret du 23 février 1852, l'Empereur a fondé un prix de 50,000 francs à décerner après cinq ans à l'auteur de la découverte la plus importante concernant les applications de l'électricité. La commission, chargée de juger les travaux présentés au concours de 1857, fut d'avis qu'il n'y avait pas lieu de décerner le prix, mais que des efforts heureux ayant été effectués, elle regardait comme un devoir d'appeler la bienveillance de Sa Majesté sur leurs auteurs, et de prier l'Empereur de permettre que le concours fût ouvert une seconde fois.

Les vœux de la commission ayant été écoutés, les récompenses qu'elle sollicitait furent décernées, et le concours fut rétabli.

Appelée de nouveau à en apprécier les résultats, la commission [1] a constaté une amélioration non douteuse dans la nature des travaux qui lui étaient soumis. Les rêveurs, les faiseurs de projets ont disparu pour ainsi dire. Les expérimentateurs sérieux, les idées pratiques ont continué leur œuvre et fait leur chemin.

La commission aurait donc pu désigner plus d'un concurrent comme ayant approché du prix ; elle a dû choisir. Elle a eu à étudier plus d'une de ces applications de l'électricité, qui ouvrent à l'avenir des espérances considérables et qu'elle croit prêtes à les

[1] Cette commission était composée de :

MM. Dumas, sénateur, membre de l'Institut, président;
Pelouze, membre de l'Institut;
Regnault, membre de l'Institut;
Rayer, membre de l'Institut;
Serres, membre de l'Institut;
Becquerel, membre de l'Institut;
le baron Ch. Dupin, membre de l'Institut;
le baron Séguier, membre de l'Institut;
le général Morin, membre de l'Institut;
le général Piobert, membre de l'Institut;
Henri Sainte-Claire-Deville, membre de l'Institut;
Reynaud, inspecteur général des ponts et chaussées, chef du service des phares;
Jamin, professeur de physique à la Faculté des sciences.

réaliser. N'est-ce pas la preuve que les deux concours ont eu l'effet qu'en attendait Sa Majesté? N'ont-ils pas dirigé, comme elle l'espérait, vers l'étude des applications utiles de l'électricité des esprits éclairés et persévérants, guidés par des vues dont l'importance et la justesse ne sont plus contestées?

C'est tout ce qu'on pouvait se promettre, lorsque le concours a été ouvert pour la première fois. Dégager la vérité, faire justice des idées fausses, donner aux idées vraies la mesure de leurs forces et les empêcher de s'engager dans des voies sans issue, tels étaient le but du concours et l'intérêt du jugement qui devait en proclamer les résultats. Le progrès viendra avec le temps. L'électricité est un agent trop puissant et trop récemment mis aux mains de l'homme pour qu'on ait à craindre qu'il y demeure stérile; ce qu'il fallait redouter, c'est que les études entreprises en vue de l'utiliser restant égarées au milieu des utopies et des illusions, l'électricité ne fût frappée d'un discrédit qui aurait remis à long terme l'époque où l'homme en fera jaillir les ressources merveilleuses qu'elle récèle.

Appareil de Ruhmkorff. — La commission est d'avis que le prix de 50,000 francs, mis au concours par l'Empereur, doit être décerné à M. Ruhmkorff, artiste qu'elle avait distingué dans le concours précédent, et sur les travaux duquel elle avait appelé déjà l'intérêt de Sa Majesté.

M. Ruhmkorff a été ouvrier chez quelques-uns de nos meilleurs constructeurs d'instruments de précision ; ouvrier en chambre plus tard, et, enfin, chef à son tour d'une maison dont la célébrité s'étend et s'accroît chaque année.

Son éducation s'est faite peu à peu, par la réflexion, par l'étude de quelques livres sans cesse médités, par les leçons de quelques professeurs, entendues comme à la dérobée, aux heures bien rares du loisir. Modeste dans sa vie, d'une persévérance que rien ne distrait, d'une abnégation qui lui a mérité les plus illustres témoignages d'estime, M. Ruhmkorff restera comme un type, digne de servir de modèle à ces nombreux et intelligents ouvriers qui peuplent les ateliers de précision de la capitale.

Qu'ils sachent comme lui borner leurs désirs, qu'ils poursuivent la perfection dans la main-d'œuvre, et la justesse des vues dans la conception ; qu'ils concentrent comme lui leur attention sur un seul objet, et qu'ils luttent sans relâche comme lui jusqu'à ce qu'ils s'y soient fait une supériorité de bon aloi ; et pour eux aussi, les satisfactions de l'âge mûr, compensation des sacrifices et des privations de la jeunesse, ne leur manqueront pas, dans un pays où, plus que jamais, tous les mérites trouvent leur récompense.

A l'époque mémorable où Ampère étonnait le monde savant par la succession rapide de ces découvertes qui ont fondé l'électricité dynamique, nouvelle contrée qui venait d'être ouverte à tous par Œrstedt, mais où Ampère seul savait se diriger, comme s'il en eût seul possédé la carte, ce grand physicien avait prévu l'existence de ces effets électriques singuliers qu'on désigne sous le nom de phénomènes d'induction, et que l'illustre Faraday a mis en évidence en 1832.

Toutes les fois que l'électricité de la pile entre en rapport avec un fil conducteur, et qu'elle y produit un courant, toutes les fois qu'on interrompt la communication et qu'il y a rupture du courant, les phénomènes qui se manifestent ne demeurent pas bornés à cette transmission ou à cet arrêt de l'onde électrique en mouvement dans le fil.

Les corps voisins du fil conducteur en sont influencés. Si le fil qui reçoit le courant est contourné autour d'une bobine, enveloppée elle-même d'une autre bobine d'un fil libre, toutes les fois qu'un courant direct naît ou cesse dans la première, un courant induit inverse ou direct se manifeste dans la seconde.

En multipliant ces interruptions et en les rendant rapides, la bobine d'induction pouvait donc devenir un appareil électrique d'un ordre spécial et nouveau. Deux physiciens, MM. Masson et Breguet, ayant réalisé cette conception sur une échelle suffisante, reconnurent ce fait inattendu que l'électricité ainsi recueillie déjà par M. de La Rive, offrait des phénomènes de tension qui la rapprochaient de l'électricité des machines à plateau de verre.

Dès 1851, M. Ruhmkorff se vouait à la construction et au perfectionnement de cet appareil ; il a fini par lui imposer son nom, et par lui donner à la fois une importance qui n'est pas contestée au point de vue scientifique, et une énergie formidable qui en fait la base de sérieuses applications.

L'appareil de Ruhmkorff lie donc l'une à l'autre ces deux formes de l'électricité, qui étaient séparées comme par un abîme : l'électricité des anciennes machines, caractérisée par la faculté de produire des étincelles et par une forte tension, et l'électricité de la pile, caractérisée par une très-faible tension et par l'impuissance à fournir des étincelles véritables.

Les machines électriques à disque de verre donnaient une quantité d'électricité faible, mais douée d'une tension très-grande ; la pile de Volta produisait une quantité d'électricité très-grande, mais douée d'une tension très-faible. La machine d'induction de Ruhmkorff transforme ces deux électricités l'une en l'autre, de la façon la plus simple et la plus pratique. Elle permet d'obtenir avec la pile de Volta les plus puissants effets de fulguration des machines à frottement. Mais, gardant quelque chose de son origine, si l'électricité des appareils de Ruhmkorff se rapproche de celle des machines à frottement par sa tension, elle reste par sa quantité en relation avec l'électricité voltaïque dont elle dérive.

MM. Fizeau, Foucault, Poggendorf, ont à divers titres contribué au perfectionnement de ce nouveau générateur, qui, au lieu d'emprunter aux actions chimiques ou calorifiques la force qui produit l'électricité, met à contribution l'une des formes connues de l'électricité pour produire l'autre.

Les effets de la machine de Ruhmkorff sont populaires. Elle se charge presque instantanément. Son étincelle enflamme les combustibles, fond les métaux et les terres les plus réfractaires, reproduit tous les effets de la foudre, et traverse sans hésitation, en les perçant, des masses de verre de 10 centimètres d'épaisseur.

Autant les chimistes avaient pu étudier avec facilité les effets de la pile de Volta sur les composés solides ou liquides, dont ils poursuivaient l'étude, autant il leur avait été difficile de sou-

mettre, soit ces mêmes corps, soit surtout les vapeurs ou les gaz avec un égal succès à l'action de l'électricité des machines de verre, toujours lente à développer, toujours inégale dans sa production et ses effets. Au moyen de l'appareil de Ruhmkorff, au contraire, M. Perrot a pu décomposer l'eau en vapeur ; MM. Ed. Becquerel et Frémy ont pu combiner bien plus rapidement que Cavendish ne l'avait fait au siècle dernier, les éléments de l'air et reconstituer à leur aide l'acide nitrique.

Si les découvertes de Franklin ont mis hors de doute l'identité de l'électricité et de la foudre, il reste néanmoins dans les phénomènes qui accompagnent les orages bien des circonstances dont l'explication n'est point encore accessible à la science. Aussi, doit-on regarder comme une acquisition très-digne d'intérêt pour la physique des météores, ce fait que l'étincelle de la machine de Ruhmkorff se compose de deux parties distinctes : un trait de feu instantané et une auréole dont la durée est mesurable. L'aimant dévie celle-ci ; un souffle ou un corps en mouvement l'entraînent, et l'étincelle électrique ainsi partagée continue sa route dans ces deux directions à la fois, tant qu'on n'interrompt pas le passage du courant voltaïque. MM. le comte du Moncel, Perrot et Lissajoux poursuivent l'étude de ce sujet aussi important que nouveau et inattendu.

Quand on lance l'étincelle électrique entre deux pointes et dans un espace vide, il se développe une lumière : on le savait. Mais qu'il y a loin de l'ancienne expérience, si pénible et si souvent douteuse, au spectacle magique déployé par les étincelles de la machine nouvelle éclatant dans des vases vides ou renfermant des gaz plus ou moins raréfiés !

La lumière prend diverses teintes dans les divers gaz ; elle illumine vivement tous les corps fluorescents ; elle se divise en couches parallèles, séparées par des espaces obscurs, perpendiculairement à l'axe des récipients. Ces colonnes lumineuses, colorées, obéissent à l'action de l'aimant qui les attire ou les repousse, et qui leur imprime à volonté ces mouvements de translation ou de rotation au moyen desquels M. de La Rive a reproduit les ap-

parences et les circonstances observées dans les aurores boréales justifiant ainsi l'analogie qu'on avait reconnue entre les lueurs électriques produites dans le vide et les aurores polaires.

Eclairés de la sorte, les tubes de verre répandent une lumière assez vive pour qu'on ait pu les employer : dans les mines où l'on a des explosions à redouter; sous l'eau, pour éclairer les plongeurs; en chirurgie, pour porter dans l'arrière-bouche et dans les organes profonds un appareil éclairant qui n'y développe aucune sensation de chaleur.

L'électricité se meut avec une vitesse infinie, pour ainsi dire : mais l'appareil de Ruhmkorff, qui fournit si aisément des étincelles capables de percer une bande de papier enroulée sur un cylindre en mouvement, s'adapte bien mieux à marquer le moment où le boulet sort de la pièce d'artillerie et celui où il frappe la mire, et à mesurer par conséquent sa vitesse, que les appareils électriques précédemment employés à cet usage extraordinaire.

L'étincelle de l'appareil de Ruhmkorff enflamme les combustibles et fait détoner les mélanges gazeux. Elle a fourni à la machine à gaz de Lenoir le moyen régulier nécessaire pour y produire les inflammations périodiques auxquelles elle emprunte sa puissance mécanique. Cinq cents machines de Ruhmkorff, construites en vue de leur application aux machines Lenoir, témoignent à la fois de la nécessité de leur intervention dans la construction de ce nouveau moteur, et du succès croissant des applications que celui-ci obtient dans l'industrie des petits ateliers de famille, si dignes de la sollicitude d'une politique prévoyante.

L'exploitation des carrières, le percement des tunnels, l'explosion des mines à grande charge, font aujourd'hui un emploi journalier de l'appareil de Ruhmkorff. La sûreté de son jeu et les grandes distances auxquelles il porte l'étincelle capable d'enflammer les amorces, permettent d'effectuer sans péril l'explosion de mines qui remuent des masses importantes ou qui brisent des obstacles inaccessibles.

On avait déjà enflammé des mines à l'aide de la pile, mais l'appareil de Ruhmkorff a laissé bien loin tous les autres procédés,

ar le très-petit nombre d'éléments qu'il exige, trois au lieu de ent ; par la puissance de son étincelle, qui évite tous les ratés ; nfin, par la possibilité qu'il donne, et qui lui est propre, d'enlammer simultanément, d'un seul jet, huit ou dix fourneaux de nine à la fois.

M. Trève, lieutenant de vaisseau, qui a suivi l'emploi de cet ppareil, rend très-bon compte de ses effets. Dès 1858, il fut appliqué pour dégager les abords de Venise, où un grand nombre de barrages avaient été établis dans les lagunes.

En 1860, dans l'expédition de Chine, il fut mis à profit pour faire sauter le fort principal du Peïho, au moyen de huit fourneaux enflammés simultanément, ainsi que les estacades en fer enfoncées au fond du fleuve, et dont le poids était assez grand pour en faire un obstacle qui méritait attention.

Applications de l'électricité aux arts mécaniques. — Si la commission n'avait pas trouvé réunies dans l'appareil de Ruhmkorff ces conditions rares, qui en font pour la science un instrument fécond de découvertes de tout genre, qui ouvrent à l'électricité une voie nouvelle et inattendue, et qui marquent déjà par d'incontestables services sa place dans les travaux journaliers de l'industrie ou de l'art militaire, elle aurait signalé des candidats très-dignes d'approcher, sous d'autres rapports, de la haute récompense promise par Sa Majesté.

Sans doute, malgré la perfection singulière à laquelle ont été portés certains moteurs électriques, des obstacles jusqu'ici non surmontés font que le cheval-électricité coûte vingt ou trente fois plus cher environ que le cheval-vapeur. Comme moteur, pour les travaux de force, l'électricité est donc loin encore de remplacer la vapeur.

Mais l'électricité peut jouer d'autres rôles dans les arts mécaniques : tantôt, comme dans la machine Lenoir, en enflammant des gaz qui, dilatés par cette élévation soudaine de température, poussent un piston alternativement dans les deux sens, à la manière de la vapeur, et en font un moteur ; tantôt pour produire, à un moment donné et à distance, le mouvement de certains or-

ganes mécaniques légers, qui déterminent par embrayage la liaison et le jeu d'organes mus par des mécanismes puissants.

Elle intervient alors à la façon du système nerveux des animaux, qui transmet les ordres et qui laisse aux muscles le devoir de les exécuter.

C'est ainsi que fonctionne, par exemple, le frein automoteur proposé par M. Achard, ancien élève de l'Ecole polytechnique. Le courant électrique dirigé par le mécanicien met en présence les organes du frein, qui, empruntant aux roues mêmes du waggon en mouvement la force vive qu'elles possèdent, s'en sert pour modérer leur vitesse. C'est par un procédé fondé sur le même principe que M. Achard propose également de pourvoir à l'alimentation spontanée des chaudières à vapeur.

Remplaçons le mécanicien, dont l'intelligence intervient pour fixer le moment où il s'agit, soit d'établir, soit de rompre le courant, c'est-à-dire pour donner le mouvement au système ou pour le rendre au repos; remplaçons-le par un style mécanique se promenant sur une surface préparée à dessein, qui puisse tantôt transmettre, tantôt interrompre la marche de l'électricité, et nous pourrons obtenir divers effets dont l'industrie cherche de plus en plus à tirer parti.

Entourons un cylindre, par exemple, d'un papier métallique sur lequel on aura tracé un dessin avec une encre non conductrice de l'électricité, et pendant que ce cylindre tourne sur son axe, faisons mouvoir lentement dans le sens de l'axe une pointe métallique appuyée sur la surface; celle-ci décrira une spirale, à tours très-rapprochés, si on le veut. Or, quand la pointe touchera la surface métallique, elle laissera passer le courant; lorsqu'elle se promènera sur les traits d'encre, le courant sera rompu. Dès lors, si sur un autre cylindre on fait tourner de la même manière un burin, celui-ci peut être guidé de façon à s'écarter du métal, quand le courant passe, et à s'en rapprocher et à le creuser au moment où il s'interrompt. Le dessin du premier cylindre devient ainsi gravure sur le second, sans que la main de l'artiste ait eu à s'en occuper. Telle est la machine à graver de M. Gaiffe, main-

tenant employée avec un succès incontestable pour la gravure des cylindres destinés à l'impression des étoffes.

Remplacez le burin par un style se promenant sur un papier sensible où le courant, quand il passe, développe un trait coloré qui ne se produit plus quand le courant s'arrête, et l'on aura une idée assez juste du pantographe de M. Caselli. Celui-ci transmet d'un bout de la France à l'autre les dépêches dans une langue quelconque, les tracés, les dessins, tout ce que porte le modèle à reproduire. L'exactitude de la transmission et celle du fac-simile sont absolues; car elles dépendent d'une loi brutale et n'obéissent qu'à elle; l'intelligence, l'attention, l'adresse des employés n'y peuvent rien, et l'interprétation des dépêches se passe entièrement de leur concours. Il a suffi d'écrire le modèle sur un papier métallique, et, pour en obtenir la reproduction, de recevoir la dépêche sur un papier rendu impressionnable au courant électrique par son immersion dans un agent chimique convenablement choisi.

C'est une application de la même pensée qu'on rencontre dans le métier à tisser proposé par M. Bonelli. Quand il s'agit de fabriquer la toile, tout le monde sait que le tisserand soulève alternativement les fils pairs et les fils impairs de la chaîne, et qu'il fait passer à chaque fois, d'un coup de navette, le fil de la trame entre eux. Mais, si l'on se propose de produire un dessin sur l'étoffe, il est indispensable de soulever les fils de chaîne dans un ordre déterminé, variant à chaque coup de navette, afin que chaque portion correspondante du dessin se produise sur toute la ligne de trame. Ce que les tireurs de lacs exécutaient à la main, ce que produisent les cartons percés de trous correspondant aux numéros des fils de chaîne qui, à chaque coup de navette, doivent être mis en jeu dans le métier Jacquart, l'électricité l'obtient au moyen d'un carton métallique couvert d'un dessin non conducteur sur lequel passent des pointes correspondant à chaque fil de chaîne. Selon que celles-ci touchent le métal ou le dessin, le courant s'établit ou s'interrompt, et les fils s'élèvent ou restent immobiles.

Le métier de M. Bonelli a été peut-être conçu en vue de résoudre un problème trop compliqué; aussi les organes en sont-ils nombreux et délicats. Mais le principe sur lequel il est fondé est indépendant de cette complication. Il n'y aurait donc pas lieu d'être surpris si, après avoir eu peu de succès auprès de la fabrique lyonnaise, il trouvait plus tard, dans quelque autre industrie du même ordre, une application sérieuse et durable.

C'est surtout pour les occasions où le mécanicien a besoin de transporter au loin une force d'une intensité faible, mais intelligente en quelque sorte, et exacte à sa consigne, que l'électricité demeure, jusqu'à présent, sans rivale.

Sous ce rapport, elle s'adapte à la télégraphie de manière à ne pouvoir être remplacée par aucune autre force. Cette application de l'électricité est fondée; il lui reste à régler seulement et à perfectionner les détails de ses appareils, à coordonner la marche de ses opérations, ce qu'elle fait chaque jour. Mais la commission ne pouvait pas confondre avec ces changements, que toute industrie vivante et vigoureuse subit sans cesse, une idée neuve du professeur américain Hughes. Elle constitue une combinaison tout à fait à part, qu'elle doit signaler.

Que l'on dispose à Paris et à Marseille deux cadrans identiques, offrant vingt-quatre divisions, c'est-à-dire les vingt-quatre lettres de l'alphabet. Chacun d'eux porte une aiguille mue par un poids avec une vitesse de cent vingt tours à la minute. La précision des machines est telle que si les deux aiguilles partent en même temps d'un point du cadran quelconque, mais identique, elles passent toujours, au même moment précis, sur les mêmes lettres des deux cadrans. C'est un prodige de mécanique; mais l'accomplir n'était qu'un jeu pour le mécanicien éminent qui s'en est chargé et qui n'eût pas trouvé beaucoup de concurrents dans cette entreprise.

Chacun de ces appareils possède une roue d'imprimerie correspondant à son aiguille et portant les mêmes lettres que le cadran; cette roue les amène vis-à-vis d'une bande de papier.

Ainsi, quand la lettre A, par exemple, passe à Paris, elle passe

aussi à Marseille, et, au moyen d'un petit mouvement, la bande de papier se rapprochant de la roue, reçoit l'empreinte de la lettre A. L'électricité détermine ce mouvement quand, à la station de départ de la dépêche, on abaisse la touche A du clavier de l'instrument. Comme l'électricité n'est utilisée que pour déterminer un embrayage, elle n'a besoin que d'une puissance très-faible. Les actions mécaniques des deux appareils sont exécutées par des contre-poids ou tourne-broches locaux qu'on remonte quand il le faut.

Or, on l'a dit déjà, la commission est d'avis qu'il faut, en principe, charger l'électricité d'exécuter seulement ce qu'elle est seule capable de faire, et qu'on doit toujours éviter de l'employer soit à proximité de la source, soit surtout à grande distance, à réaliser des efforts mécaniques dont le prix de revient excessif limiterait nécessairement les applications les plus utiles de cet agent.

A ce seul titre, l'appareil du professeur Hughes l'aurait intéressée assurément, mais la rapidité des transmissions est tellement inouïe, qu'on en est confondu. Quelle que soit la rapidité du mouvement des doigts sur le clavier du départ, la dépêche est imprimée à l'appareil d'arrivée. Si les dispositions de l'appareil du professeur Hughes étaient adoptées et qu'on mît à profit pour son service les prodiges de doigté dont les femmes font preuve dans l'étude du piano, nous verrions des sténographes d'un nouveau genre imprimer un discours, simultanément à Strasbourg, Marseille et Bordeaux, pendant qu'on le prononcerait à Paris. Et pourquoi ne le verrions-nous pas ?

Après avoir signalé ces merveilles de la mécanique et rendu justice aux auteurs de ces applications, la commission s'empresse de constater combien est grande la part qui revient dans toutes ces inventions à la sûreté des réalisations mécaniques. Le métier Bonelli, le pantographe Caselli, le télégraphe Hughes, sont restés à l'état d'inutiles ébauches, tant que leur construction n'a pas été confiée à M. Froment. Mais, à partir de ce moment, les difficultés qui s'étaient opposées à leur exécution ont disparu, et des appa-

reils entièrement transformés et fonctionnant avec régularité ont pu être soumis aux appréciations de la pratique.

M. Froment, ancien élève de l'Ecole polytechnique, aujourd'hui constructeur de machines de précision à Paris, n'a pas borné à ces belles applications l'heureux génie dont il est doué. On le retrouve tout entier dans les inspirations qui caractérisent cette multitude de moteurs ou de transformateurs animés par l'électricité qu'on admire dans ses ateliers, et qui en font à la fois un établissement unique au monde et une sorte de conservatoire électrique digne de toute l'attention des esprits sérieux.

Éclairage électrique. — Davy, qui disposait d'une pile de deux mille éléments, représentant une surface totale d'environ 100 mètres carrés, en mit les deux pôles en communication avec deux cônes d'un charbon très-bon conducteur. Ayant amené au contact les pointes de ceux-ci, il en vit jaillir une lumière éblouissante, qui persistait même quand on écartait les charbons jusqu'à 11 centimètres. Il est douteux que Davy ait songé qu'une expérience aussi dispendieuse pût devenir l'occasion d'une application utile. Lorsque l'auteur de ce rapport répétait, il y a trente ans, cette expérience dans les cours publics, et qu'après avoir déclaré que la lumière ainsi produite coûtait 30 francs par bec et par minute, il ajoutait qu'un jour pourrait venir où l'emploi de la lumière électrique balancerait pourtant celui des autres procédés d'éclairage, il excitait un sourire général d'incrédulité.

Comment, néanmoins, ne pas attacher une importance extrême à cette production extraordinaire, sans consommation de matière et sans action chimique, d'un foyer lumineux, capable de lutter, dès lors, avec celui qu'auraient produit 200 ou 250 carcels, c'est-à-dire 1,500 ou 1,800 bougies dont les flammes auraient été réunies dans le petit espace que chacune d'elles occupe ?

Après la découverte de la pile de Bunsen, dès qu'on se fut assuré que trente éléments suffisaient à produire l'arc de Davy, chacun essaya de faire entrer la lumière électrique au moins dans les usages municipaux : on se trompait.

Lavoisier, dans son mémoire sur l'éclairage de la ville de Paris,

faisait remarquer, il y a près d'un siècle, posant ainsi des principes que le temps a confirmés, que pour l'éclairage des villes il faut des flammes très-nombreuses et d'une intensité modérée, et non des flammes très-puissantes et rares. L'éclairage électrique se prête donc mal au service des villes, puisque son caractère propre est de fournir un jet lumineux éblouissant mais unique, et de n'en pas permettre la division en petits foyers.

Mais les chantiers momentanés, les mines, les tunnels, les phares, le génie militaire, pouvant, à divers titres, utiliser la lumière électrique, il fallait songer à écarter un obstacle capital. Les cônes de charbon s'usent, leur matière étant transportée ou même brûlée quand on opère à l'air; leur distance s'accroît, le courant cesse de passer, ils s'éteignent. Il fallait imaginer un appareil spécial, un régulateur, pour obvier à cet inconvénient fondamental qui compromettait toute application de la lumière électrique.

M. Léon Foucault fut un des premiers à s'en occuper. Il remplaça d'abord, et c'était une idée heureuse, les charbons éteints sous le mercure qu'employait Davy, par ces charbons durs, homogènes et bons conducteurs qu'on récolte dans les cornues à gaz après un long usage, et qu'on trouve dans toutes les usines à gaz en grandes quantités. Du reste, on sait aujourd'hui, grâce à M. Jaquelain, chef du laboratoire de l'Ecole impériale et centrale des arts et manufactures, produire à volonté un charbon aussi dur, aussi bon conducteur et plus pur que celui des cornues à gaz. Les procédés employés pour cette préparation étant exacts, réguliers et économiques, ils seront mis un jour à profit, cela ne saurait être douteux.

Au moyen de cette substitution d'un charbon dur et homogène à un charbon léger et caverneux, le temps de service des prismes de charbon placés aux pôles de la pile devenait plus long; ils s'usaient moins vite et se rongeaient plus uniformément.

Mais il fallait un régulateur à l'appareil éclairant, et c'est encore M. Foucault qui en découvrit le principe dans la combinaison suivante : le courant qui produit la lumière traverse sur sa route

les spires d'un électro-aimant et communique le magnétisme à celui-ci. D'où l'on voit que si les charbons communiquent, le foyer lumineux est intense, le courant passe à travers les conducteurs, et l'électro-aimant possède toute sa puissance. Si les charbons s'écartent, la lumière faiblit ou s'éteint, le courant diminue ou se rompt, et l'électro-aimant perd une partie ou la totalité de son pouvoir. Mais alors un contact que l'aimant tenait en arrêt se déplace, détermine les charbons à se rapprocher, et le courant ainsi que la lumière se raniment à la fois.

A la même époque, M. Staite, qui traitait en Angleterre la même question, arrivait, de son côté, à poser le même principe et à le réaliser mécaniquement. Depuis lors, plusieurs mécaniciens ont abordé le problème et en ont proposé diverses solutions pratiques.

Parmi eux, il convient de distinguer M. Serrin. Son appareil s'allume tout seul, chose importante à la guerre ou même pour le service des phares. Il est très-solide, assez simple; il maintient le foyer lumineux à une hauteur invariable. Les charbons se placent d'eux-mêmes au contact; ils se rapprochent ensuite dès qu'il le faut et se maintiennent ainsi à une distance limite constante. Un grand nombre d'instruments de ce genre ont été fabriqués par M. Serrin, livrés au public, et les attestations les plus explicites témoignent de leurs bonnes qualités. L'appareil de M. Serrin offre donc tous les caractères d'un outil remplissant les conditions imposées par le service auquel il doit répondre.

Mais M. Foucault a donné depuis un an une dernière solution du même problème, et son nouveau régulateur, construit par M. Dubosc, promet de réaliser mieux qu'aucun autre les conditions de régularité qu'un tel instrument doit surtout posséder. Ce ne serait pas la première fois que, sur une question difficile, il serait réservé à M. Foucault de dire le premier mot et le dernier.

En même temps, l'éclairage électrique faisait un progrès d'un autre genre. Au lieu de demander à l'action chimique des piles l'électricité dont il avait besoin, il l'empruntait au magnétisme, en faisant mouvoir rapidement des bobines devant des aimants

fixes ; de telle sorte que la lumière se produisait au moyen de la force mécanique qui mettait les bobines en mouvement. Dans ce procédé, on brûle un combustible qui, appliqué à produire de la vapeur, se transforme en force mécanique, et une partie de celle-ci se dépense au moment où les bobines, en passant devant les aimants, ont à vaincre la résistance qui les charge d'électricité en mouvement. On part d'une action chimique, la combustion; on met à profit une action calorifique, celle de la vapeur; on passe par une action mécanique, et l'on arrive, comme dernière transformation, sous l'influence des aimants permanents, au développement de l'électricité dynamique elle-même. C'est l'appareil de physique de Pixii, converti en Belgique, par Nollet, en appareil industriel.

A Paris, la compagnie l'Alliance avait tenté de s'en servir d'abord pour d'autres usages et sans succès, lorsque son directeur, M. Berlioz, reconnut qu'il produit la lumière électrique à meilleur marché que les piles. Un ouvrier fort intelligent, Van Malderen, supprima le commutateur qui servait à ramener à une direction constante les courants alternativement opposés qui traversent les bobines ; simplification précieuse, car, sans perte de lumière, on diminue les pertes d'électricité et l'on fait disparaître des causes d'usure qui amenaient dans l'appareil d'inévitables dérangements.

Aujourd'hui, les machines de l'Alliance sont donc parfaitement établies ; elles s'améliorent par l'usage, parce que leurs aimants s'aimantent à saturation. Elles ont été employées avec succès à l'éclairage permanent des ardoisières d'Angers, à celui de quelques places publiques à Paris, mais momentanément, dans beaucoup de chantiers de travaux urgents, et dans les ateliers du chemin de fer du nord de l'Espagne.

Cet heureux ensemble résultant de l'emploi simultané du régulateur Serrin et de la machine de l'Alliance a engagé l'administration des phares à placer un feu électrique sur le cap la Hève, près du Havre. Elle conserve comme terme de comparaison l'un des anciens phares de premier ordre qui s'y trouve établi depuis longtemps et qui équivaut à 600 becs de Carcel. L'arc

électrique donne une lumière qui en représente 3,000. Elle se distingue sur-le-champ, par son éclat et sa blancheur autant que par sa puissance, de la lumière du phare à huile, sa voisine, qui paraît rouge.

Le prix de revient de l'unité de lumière, qui s'élève à 7 centimes quand on brûle de l'huile de colza dans les lampes à mèches concentriques de Fresnel et Arago, descend à moins de 2 centimes (1c,92), quand on emploie l'électricité, qui cependant n'a pas encore dit son dernier mot. Ce chiffre comprend l'entretien des machines et appareils et l'amortissement du capital d'acquisition.

Galvanoplastie. — La galvanoplastie, et surtout le cuivrage des surfaces métalliques des ouvrages en fonte ou en fer, ont été l'occasion de nouvelles études et de perfectionnements dignes d'intérêt. M. Oudry, qui a reçu de la ville de Paris des commandes importantes pour le cuivrage de ses fontaines monumentales et pour celui d'un grand nombre de candélabres, y a trouvé l'occasion de mettre en évidence la durée et l'efficacité de ses dépôts cuivreux. La commission a vu le progrès de cette industrie avec une grande satisfaction.

Electricité médicale. — L'art de guérir, qui avait demandé à l'électricité des ressources nouvelles, soit pour le traitement des paralysies, soit comme caustique propre à remplacer le cautère actuel, n'a pas trouvé jusqu'ici d'autres emprunts à lui faire. Mais M. le docteur Duchenne (de Boulogne) a mis sous les yeux de la commission la preuve que sa pratique s'est étendue, que ses premières observations se sont de plus en plus confirmées, et qu'en résumé la médecine pratique peut compter sur un auxiliaire utile et éprouvé de plus, dans le traitement de ces affections chroniques du système nerveux et des muscles, où elle était si souvent forcée de reconnaître son impuissance. De son côté, M. Mittdelsdorf nous a soumis cent quarante observations recueillies, soit par lui-même, soit par des chirurgiens connus, qui prouvent que l'électricité employée à porter à l'incandescence des fils de platine destinés à diviser les tissus et à opérer dans les organes profonds l'ablation de polypes ou de tumeurs peu acces-

sibles, constitue un moyen chirurgical qui mérite attention et confiance. Il est l'objet d'études, parmi nos chirurgiens, qui permettront de lui assigner bientôt sa place et d'en fixer la valeur. La commission s'est livrée avec la plus vive sollicitude à l'examen des recherches de cette nature, elle regrette de ne pouvoir, dans l'intérêt de l'humanité, appeler sur eux une récompense qu'elle eût aimé à leur décerner; mais elle espère qu'une autorité plus spéciale aura bientôt l'occasion de les apprécier et d'en signaler l'utilité au monde savant et aux praticiens.

Conclusion. — En terminant cet exposé de ses travaux, la commission exprime l'espoir que Sa Majesté y verra à la fois la preuve de l'attention qu'elle a portée à l'examen des questions qui lui étaient soumises, de la sollicitude avec laquelle elle a formé son opinion, et de l'importance croissante que prennent les applications de l'électricité, en faveur desquelles le prix a été fondé. Si, après avoir approuvé le jugement de la commission, qui attribue le prix à M. Ruhmkorff, Sa Majesté daignait ordonner que le concours fût ouvert de nouveau, elle le verrait avec reconnaissance.

Les physiciens, devancés par les chimistes modernes, selon l'opinion desquels il n'y a, dans aucun des phénomènes naturels étudiés jusqu'ici, ni perte ni création de matière, constatent à leur tour qu'il n'y a dans aucun d'eux ni perte ni création de force. La chaleur, la lumière, le magnétisme et l'électricité deviennent des manifestations de divers états de l'éther en mouvement, et ces forces se transforment sans cesse, l'une en l'autre, avec une extrême facilité.

Parmi ces forces, l'électricité est celle qui a été le plus récemment étudiée; c'est celle dont les propriétés sont le plus mystérieuses encore, malgré les grandes découvertes dont elles ont été l'occasion. On est même autorisé à dire, d'après les résultats observés depuis le commencement du siècle, que parmi les manifestations des mouvements de l'éther, celles qui donnent lieu à l'apparition des phénomènes électriques sont à la fois les plus délicates et les plus fécondes.

Dans cette situation, si digne d'être méditée, n'est-il pas du plus grand intérêt pour les arts de maintenir ouvert un concours qui dirige vers les applications l'emploi d'une force trop neuve encore entre nos mains, pour que nous en ayons épuisé les ressources, maîtrisé la souplesse ou mesuré l'énergie ?

Si le commencement de ce siècle a été fécond en découvertes, c'est qu'elles étaient préparées par les immortelles doctrines de Lavoisier sur la nature de la matière et sur les lois qui président à la formation et aux transformations des corps composés ; elles ont élevé la chimie au rang des puissances économiques et commerciales.

Eh bien ! à son tour, la fin de ce siècle verra le développement des doctrines nouvelles sur la nature de la force. Envisagée d'un esprit plus libre, la force, éternelle, indestructible, deviendra par ses transformations l'instrument de ces découvertes rapides, inattendues, éclatantes, qui étendent le pouvoir de l'homme sur la nature et qui multiplient ses jouissances, tout en élevant son intelligence vers une contemplation plus sereine et plus haute de l'ordre de l'univers et des lois de la création.

Pendant que la science poursuit avec une ardeur philosophique et désintéressée l'exploitation de ces régions d'une sublime profondeur, récemment ouvertes à sa curiosité, il appartient à la suprême prévoyance qui veille aux soins de l'Empire d'ouvrir de nouveau un noble champ à son émulation, et de lui rappeler une fois encore qu'elle ne déroge pas quand elle applique ces forces mystérieuses au bien de l'Etat, au progrès de l'industrie ou au soulagement des souffrances humaines.

J'ai l'honneur d'être,

Le président de la commission,

DUMAS,

Sénateur, membre de l'Académie des sciences.

Paris, le 4 juillet 1864.

Par décret en date du 7 septembre 1864, M. Froment a été promu au grade d'officier dans l'ordre impérial de la Légion d'honneur.

LES TÉLÉGRAPHES HISTORIQUES

LES PIGEONS DE MESSAGE EN SYRIE ET EN ÉGYPTE.

Les *Annales télégraphiques* ont souvent donné de curieux détails sur les anciens moyens de communication télégraphique. J'ai trouvé, dans le *Voyage en Syrie et en Égypte* de Volney, les renseignements suivants sur l'ancienne organisation des pigeons de message. Ils sont traduits d'un manuscrit arabe composé par le vizir d'un sultan d'Égypte (l'un des sultans mamelouks) dont la domination s'étendait sur une partie de la Syrie.

Cette organisation me paraît très-remarquable, et je ne crois pas que, jusqu'à la fin du siècle dernier, aucun gouvernement de l'Europe ait eu un système télégraphique comparable à celui-là.

J'imagine que ces détails intéresseront quelques-uns des lecteurs des *Annales,* surtout si on y pouvait joindre quelques renseignements précis sur l'emploi des pigeons messagers en Europe jusqu'à nos jours, renseignements que j'ai vainement cherchés.

Alf. Niaudet-Breguet.

Les colombiers des pigeons de message sont établis dans des tours construites de distance en distance sur toute l'étendue de l'empire, dans l'intention de veiller à la sûreté et à la tranquillité publique.

C'est à Moussel que l'on a commencé de se servir de pigeons

pour porter des lettres [1]. Lorsque les Fâtmites envahirent l'Egypte, ils y établirent ces postes aériennes, et ils y attachaient un si vif intérêt, qu'ils assignèrent des fonds propres à une régie spéciale à cet objet. Parmi les registres de ce bureau, en était un où se trouvaient classées les races de pigeons reconnus les plus propres. Le vertueux Madj-el-Din Abd-el-Dâher a composé sur cette matière un livre curieux intitulé : *Tamâim-el-hamâim; Amulettes des pigeons.*

Depuis longtemps les colombiers du Saïd sont détruits par suite des troubles qui ont ruiné le pays; mais ceux de la basse Egypte subsistent (en 1450), et en voici l'état, ainsi que pour la Syrie.

N. B. Les distances ont été ajoutées par le traducteur, d'après Danville et d'après ses propres connaissances.

§ 1. *Correspondance du Kaire à Alexandrie.*

Colombiers.

Château de la Montagne (au Kaire)	0 milles
Monouf-el-Ouliâ	39
Damanhour-el-Ouâhech	45
Skanderié (Alexandrie)	36
	120 milles

§ 2. *Du Kaire à Damiette.*

Château de la Montagne	0 milles
Tour de Beni-Obaid	36
Echmoun-el-Rommân	36
Doumiât	30
	102 milles

[1] Ces lettres, appelées *bâtâiq,* contenaient l'avis pur et simple; elles s'attachaient sous l'aile; elles étaient datées du lieu, du jour, de l'heure. On expédiait par duplicata; à l'arrivée de l'oiseau, la sentinelle le portait au sultan, qui détachait l'écrit. Les pigeons bien dressés étaient hors de prix. Ces établissements étaient fort coûteux, mais très-utiles. On appelait les pigeons les *anges des rois.*

§ 3. *Du Kaire à Gazzah.*

Du Kaire à Bilbais	27 milles
De Bilbais à Saléhié.	27
De Saléhié à Qâtia	42
De Qâtia à Ouarrâdé	48
De Ouarrâdé à Gazzé [1].	81
	225 milles

§ 4. *De Gazzé à Jérusalem,* 1 colombier.. .	48
A Nablous, 1 colombier.	36
	84 milles
De Gazzé à Habroun..	30 milles
A Sâfié, sur un ruisseau de ce nom	45
A Karak..	48
	123 milles

§ 5. *De Gazzé à Safad.*

A El Qods (Jérusalem).	48 milles
A Djeûm	30
A Bisân.	24
A Safad.	24
	126 milles

Tels sont les colombiers entretenus dans l'empire pour la célérité des dépêches. Chaque colombier a son directeur et ses veilleurs, qui attendent à tour de rôle l'arrivée des pigeons ; il y a en outre des domestiques et des mules à chaque colombier, pour les échanges respectifs des pigeons. La dépense totale ne laisse pas que d'être considérable.

[1] Le traducteur croit que l'on a oublié un colombier à El-Arich, fondé sur la trop grande distance, incommode au transport des pigeons.

DESCRIPTION

D'UNE NOUVELLE PILE

AU SABLE ET AU SEL DE MERCURE.

M. José de Menna Apparicio, officier de la marine royale portugaise, a proposé au directeur général des télégraphes portugais une nouvelle pile qui a donné aux essais de bons résultats. 20 petits éléments ont suffi pour transmettre dans un appareil Morse avec une résistance extérieure de 500 kilomètres en bobines. Voici la description de l'auteur :

Frappé de l'excellence de la réaction qui se passe dans la pile télégraphique de M. Marié-Davy, en même temps que de la simplicité et de l'élégance de forme de celle de M. Minotto, j'ai tâché de concilier ces deux systèmes entre eux pour profiter de leurs avantages, en mettant de côté leurs inconvénients. A cet effet, j'ai pensé immédiatement au remplacement, dans un élément de M. Minotto, du sulfate de cuivre par le sulfate de mercure et de l'électrode positif en cuivre par un autre en charbon métallique. Il n'y avait qu'à étudier les détails de forme qui pourraient convenir le mieux. J'ai donné à l'électrode positif à peu près la forme d'un piston de machine à vapeur. Il peut se former d'un disque ou d'une plaque de forme quelconque en charbon, peu épaisse et percée d'un trou au centre, dans lequel s'engage à frottement une baguette ou une tige de même substance, plus ou moins longue, plus ou moins forte. Le disque a pour objet principal de donner à l'électrode la surface convenable et d'offrir, lorsqu'il est chargé par le sel mercuriel et par le sable, une certaine résistance mécanique au déplacement de la tige de sa position naturelle, qui est à peu près

l'axe du bocal en verre. Pour électrodes négatifs, j'ai eu recours à des bandes en zinc de très-peu de hauteur (10 à 20 millimètres) et d'une longueur plus ou moins considérable, selon la grandeur de la surface à employer et suivant les effets de quantité à obtenir. En courbant les bandes en spirales d'un diamètre extérieur à peu près égal à celui de l'intérieur du bocal en verre ou, mieux encore, un peu moindre, et en approchant assez entre elles les spires, on peut condenser au besoin sous un très-petit volume, tout à fait d'accord avec la capacité qui doit le recevoir, une très-grande surface de zinc, tout en laissant au centre un large trou pour donner passage à la tige de l'électrode positif, que j'enduis de cire d'ailleurs jusqu'à une hauteur convenable, pour obvier à toute chance de fermeture du circuit à l'intérieur de l'élément. Sur la pointe extérieure de la spirale, je soude à angle droit une petite bande en zinc, terminée par un petit boudin en fil de cuivre rouge, nu, mince et recuit. Dans la position naturelle du zinc dans l'élément sur le sable, la petite bande sort verticalement du bocal pour aller établir, en se recourbant, la communication avec le charbon de l'élément suivant, par l'intermédiaire du boudin en cuivre, qui est disposé de façon à pouvoir céder et permettre au zinc de descendre à mesure que le sulfate de mercure se décompose et qu'il se corrode lui-même. Une pince en cuivre jaune presse l'extrémité du boudin contre une des faces de la tige de charbon, en appuyant la pointe de la vis contre l'autre par l'intermédiaire d'une petite plaque en zinc, pour éviter la destruction de la tige sous la pression immédiate de la pièce tournante.

Pour monter mes éléments, je dépose au fond du bocal une faible couche de sel mercuriel, dont je profite pour ménager un bon emplacement au disque de charbon. Je verse ensuite le reste du sel pour remplir les vides et couvrir le disque par une couche plus ou moins forte. Je foule un peu, en tâchant en même temps de donner une disposition uniforme et unie à la couche de sulfate, que j'humecte avec un peu d'eau et que je couvre ensuite avec un peu de sable, préalablement lavé et séché. Je donne aussi au sable une disposition uniforme, en foulant de même un peu.

Je mets en place le zinc et, avec assez de soin pour ne pas trop déplacer le sable, je verse de l'eau en quantité suffisante pour recouvrir au moins le zinc. Le courant se manifeste immédiatement et acquiert en peu de temps toute sa force. Dans le but d'en faire l'expérience comme pile télégraphique, j'ai monté une pile de 20 éléments, dont voici les conditions essentielles :

Bocaux en verre de 7 centimètres de hauteur et de 5 centimètres de diamètre intérieur moyen;

Plaques carrées de charbon métallique de 5 millimètres de hauteur et de 20 millimètres de côté;

Tige de même substance, de 8 centimètres de hauteur, et de section carrée de 1 centimètre de côté;

Sulfate de mercure, par élément 50 grammes;

Couche de sable de 12 millimètres de hauteur, le diamètre moyen des grains étant de 1/3 de millimètre;

Zinc de 100 centimètres carrés de surface en une bande de 1/2 millimètre d'épaisseur, 11 millimètres de hauteur et 450 de longueur.

Avec une telle pile, j'ai obtenu dans le cabinet des résultats que je n'attendais pas. Il m'a été très-facile de faire marcher un récepteur à cadran, en interposant dans le circuit la bobine d'un autre, que, par conséquent, il a été possible de faire marcher d'accord avec le premier. En profitant d'un appareil de résistances, j'ai pu introduire dans le circuit des résistances bien plus considérables que celle d'une bobine de récepteur à cadran, et j'ai toujours obtenu une marche très-régulière. Essayée sur une ligne télégraphique, qui malheureusement ne se trouvait pas, dans cette occasion, en de très-bonnes conditions (elle appartient à une compagnie particulière), j'ai pu transmettre à une distance de 40 kilomètres. Il ne m'a pas été possible d'essayer au delà, à cause de circonstances extraordinaires. Je crois nonobstant que j'aurais réussi parfaitement, si ces circonstances ne s'étaient pas présentées. Une fois les appareils réglés, le courant reste constamment d'accord avec le réglage.

Je suis persuadé que cette pile est bien plus remarquable

encore par son économie que par sa constance. Je n'ai pas encore déterminé la valeur des constantes. J'entrevois cependant qu'elle possède une force électromotrice considérable, qui peut s'associer avec la résistance intérieure qu'on voudra, ce qui est une des propriétés les plus remarquables de la pile de M. Minotto. Il faut ajouter qu'il n'y a pas besoin d'entretien pour la nouvelle pile. Un peu de soin au montage, remplacer l'eau évaporée, serrer les pinces de temps en temps, et rien de plus. L'addition de petits couvercles en verre, en faïence ou en porcelaine, pourrait être recommandée, afin de mieux garantir contre le déplacement du charbon et l'évaporation de l'eau. Je n'ai rien fait que concilier deux systèmes connus, mais je crois que la combinaison est heureuse. Je demande pourtant que la nouvelle pile soit soumise, si d'avance elle en est jugée digne, à l'observation attentive et éclairée dont on ne peut disposer qu'aux administrations télégraphiques, et qu'on veuille bien me communiquer les résultats obtenus. Je serais extrêmement heureux s'il m'était donné de faire avancer d'un pas au moins la question de la pile télégraphique.

Lisbonne, le 12 septembre 1864.

Je mets en place le zinc et, avec assez de soin po
déplacer le sable, je verse de l'eau en quantit
recouvrir au moins le zinc. Le courant se ma
ment et acquiert en peu de temps toute sa fo
faire l'expérience comme pile télégraphiqu
de 20 éléments, dont voici les conditions

Bocaux en verre de 7 centimètres de h
de diamètre intérieur moyen;

Plaques carrées de charbon mét
hauteur et de 20 millimètres de côt

Tige de même substance, de 8
section carrée de 1 centimètre d

Sulfate de mercure, par élém

Couche de sable de 12 m
moyen des grains étant de 1

Zinc de 100 centimètre
1/2 millimètre d'épaisseu
longueur.

Avec une telle pile,
que je n'attendais pas
récepteur à cadran,
autre, que, par co
d'accord avec le
tances, j'ai pu i
considérables q
toujours obten
télégraphiqu
occasion, en
pagnie pa
lomètres
circonst
réussi
tées.
d'acc

J

...ondeurs,
...ne avec la côte
...s pendant que l'on
...rsa. La profondeur
... bout rompu et de
... reconnut alors que
...ique, et les expé-
... rupture à 18 ki-
... On entreprit im-
... et l'on put en
... sans trouver le

... qui ne put être
... ble, cassé très-
... erre et par une
... cuivre intérieur
... solante. On sut
... même moment

…nlet, l'extrémité du fil de
…nent recouverte par la

…*cembre* reprit
…mètres au
…voir
…n-
…pen-
…e jours,
…nt par re-
…des profon-
…é constaté à la
…ement complet il

… M. Henley, entrepreneur
une profondeur de 1,040 mè-
… qui était interrompu depuis
…gage d'un câble sous-marin, par
…nde, est une opération digne d'être
…, croyons-nous, n'avait pas encore été
…s.

…trante à Avlona est ouverte à la correspon-
…e. C'est une nouvelle voie, plus courte et par
…nt moins coûteuse que l'ancienne, pour les dé-
à destination de la Grèce et de la Turquie.

Ligne de Jersey à Pirou. — Ce câble est interrompu depuis le mois de septembre. Les dépêches à destination des îles de la Manche sont expédiées par bateau à vapeur de Granville ou de Saint-Malo.

Ligne de l'Inde. — Une interruption s'est produite sur

REVUE

DE TÉLÉGRAPHIE SOUS-MARINE

Ligne d'Algérie. — Au commencement de septembre, l'*Eclaireur* et le *Dix-Décembre* se trouvaient de nouveau à Mers-el-Kebir, pour tenter une seconde fois la pose du câble fabriqué par M. Siemens. L'immersion fut commencée le 10, à une heure de l'après-midi, par un très-beau temps, et fut poursuivie jusqu'auprès de Carthagène. Lorsqu'on fut arrivé à l'endroit où le câble d'atterrissement devait être soudé au câble des grandes profondeurs, le 11 à midi, la communication était bonne avec la côte d'Afrique; le temps était superbe; mais pendant que l'on déroulait le gros câble, celui-ci se brisa. La profondeur étant faible, il fut facile de ramener le bout rompu et de faire une soudure; par malheur on reconnut alors que l'on ne communiquait plus avec l'Afrique, et les expériences indiquèrent qu'il y avait une autre rupture à 18 kilomètres environ de la côte d'Espagne. On entreprit immédiatement de relever le conducteur, et l'on put en retirer 13 kilomètres dans la soirée, mais sans trouver le point défectueux.

L'état de la mer interrompit ce travail, qui ne put être repris que le 16 septembre. Le bout du câble, cassé très-net, sortit de l'eau à 20 kilomètres de la terre et par une profondeur de 1,600 à 1,700 mètres. Le cuivre intérieur faisait une forte saillie sur l'enveloppe isolante. On sut depuis que le câble, à Oran, donnait au même moment

des signes d'un isolement complet, l'extrémité du fil de cuivre étant sans doute complétement recouverte par la matière isolante.

Après deux jours de gros temps, le *Dix-Décembre* reprit la mer le 19 septembre, pour draguer à 3 kilomètres au delà du point de rupture. Un coup de drague paraît avoir été assez heureux, et l'on croit que le câble a été momentanément soulevé à une certaine distance du fond. Cependant, après avoir dragué pendant une vingtaine de jours, avec des alternatives de mauvais temps, on finit par renoncer à relever le câble perdu dans les grandes profondeurs. Pendant ce temps, l'état électrique constaté à la côte d'Afrique avait changé. D'un isolement complet il était passé à une perte très-forte.

Ligne d'Otrante à Avlona. — M. Henley, entrepreneur anglais, a réussi à relever, par une profondeur de 1,040 mètres, et à réparer ce câble qui était interrompu depuis quelque temps. Le dragage d'un câble sous-marin, par une profondeur si grande, est une opération digne d'être remarquée et qui, croyons-nous, n'avait pas encore été tentée avec succès.

La ligne d'Otrante à Avlona est ouverte à la correspondance privée. C'est une nouvelle voie, plus courte et par conséquent moins coûteuse que l'ancienne, pour les dépêches à destination de la Grèce et de la Turquie.

Ligne de Jersey à Pirou. — Ce câble est interrompu depuis le mois de septembre. Les dépêches à destination des îles de la Manche sont expédiées par bateau à vapeur de Granville ou de Saint-Malo.

Ligne de l'Inde. — Une interruption s'est produite sur

le câble de Gwadur à Mussendom. L'*Amberwitch* s'était rendu sur le lieu de l'accident et n'attendait que le beau temps pour procéder à la réparation. On a reconnu ensuite que le défaut existait dans la partie du conducteur enfouie à l'atterrissement. Il a donc suffi de remplacer cette portion défectueuse par un bout de câble sain.

Ligne transatlantique. — La fabrication du câble se poursuit activement. L'âme est fabriquée dans les ateliers de la *Gutta-percha company,* avec tous les soins dont ce travail est susceptible et d'après les avis de la Commission scientifique. L'enveloppe extérieure de fils de fer et de chanvre se prépare à la manufacture de la *Telegraph construction company*, sous la direction de MM. Glass et Elliot. Des deux côtés on emploie un grand nombre d'ouvriers.

Ligne d'Alexandrie. — Une interruption s'est produite sur le câble de Malte à Alexandrie, le 16 septembre, à quatre heures du soir. Le point défectueux fut signalé sur la section de Benghazy à Alexandrie; c'est la troisième fois que cette section se trouve interrompue. Le *Fanny-Lambert* partit de Malte le 8, pour relever et réparer le conducteur; il est rentré au port le 30, après avoir heureusement rempli sa mission; la rupture avait été découverte à 225 kilomètres environ de Benghazy.

Après vingt jours d'interruption, le câble a été remis en état; mais le défaut n'a pas été trouvé là où l'on pensait et dans l'endroit où l'on sait que le câble n'est pas assez résistant, de sorte qu'il est très-probable que d'ici à peu de temps on aura à déplorer une nouvelle interruption temporaire.

Le *Fanny-Lambert* a fait côte sur le rivage de la Bar-

barie ; plusieurs ailes de son propulseur ont été brisées et son fond même, qui heureusement était double, a été légèrement endommagé; ces avaries ont obligé à le faire entrer dans le bassin de carénage du gouvernement, le 1er octobre.

Ligne intercontinentale. — On écrit de New-York, à la date du 25 septembre, que la ligne télégraphique qui doit relier l'Europe à l'Amérique par le détroit de Behring et le nord de l'Asie a reçu un commencement d'exécution. Un ingénieur du nom de Conway et ses aides viennent de partir de New-York pour San-Francisco, d'où ils se rendront dans la Colombie anglaise pour étudier le terrain en hiver, sous la direction du capitaine Bulkley, et entamer les travaux définitifs au printemps. Si les espérances de l'entrepreneur, M. Collins, se réalisent, le télégraphe pourra fonctionner de New-York à Saint-Pétersbourg avant la fin de l'année 1866.

BULLETIN ET CHRONIQUE.

Éclairage électrique. — Une compagnie anglaise, dont les bâtiments à vapeur font un service régulier entre Liverpool et Bordeaux, a acheté une machine magnéto-électrique de *l'Alliance* et l'a placée sur un de ses navires, avec une lampe de Gramme. Ce navire a déjà fait plusieurs voyages avec cette lumière et a produit une grande sensation dans les deux ports.

Turquie. — Constantinople, 15 septembre. Par ordonnance impériale, Agathon-effendi, précédemment membre de la Cour des comptes, a été nommé directeur des lignes télégraphiques de l'empire, en remplacement de Diran-bey. Ce changement a été accueilli avec faveur par le public de Constantinople, qui, à tort ou à raison, élevait constamment des réclamations contre l'ancienne administration. Agathon-effendi est un fonctionnaire éprouvé, capable et plein de zèle, et il ne manquera pas de s'attacher au progrès de ces lignes de communication, qui prennent journellement une extension importante. (*Moniteur.*)

Espagne. — Par décret royal en date du 13 août, M. R. Rubi, directeur général de la bienfaisance et de la santé, a été nommé directeur général des télégraphes, en remplacement de M. Mathé, admis à la retraite.

M. Mathé était colonel dans l'armée espagnole, lorsqu'il fut chargé d'établir la télégraphie optique dans la Péninsule, suivant un système de son invention. Il fut nommé brigadier après avoir

installé toutes les anciennes lignes. Il dirigea de même l'établissement des lignes électriques, qui furent commencées en 1852.

Par un autre décret en date du 18 septembre, M. S. Sanz y Posse, lieutenant-colonel des ingénieurs militaires, a été nommé directeur général des télégraphes, en remplacement de M. Rubi, nommé sous-secrétaire du ministère de la *gobernacion*.

Italie. — Les recettes des télégraphes dans les diverses provinces de l'Etat se sont élevées, du 1er janvier au 31 juillet 1864, à 3,601,998 fr. 50 c.

M. l'abbé Gounelle vient de réunir pieusement les notices nécrologiques que divers recueils scientifiques ont consacrées à la mémoire de son frère, en y ajoutant quelques pages émouvantes sur la vie intime de notre regretté collègue. M. Blavier a joint à ces souvenirs un résumé des principaux travaux scientifiques de feu Gounelle. Quoique ce modeste travail n'ait d'autre prétention que d'être un mémorial de famille pour les enfants de celui qui n'est plus, il présente un intérêt touchant pour nous, qui avons été ses amis et ses disciples.

H. Blerzy.

TABLE DES MATIÈRES.

TOME VII. — ANNÉE 1864.

Numéro de Janvier-Février.

Numéro de Mars-Avril.

Numéro de Mai-Juin.

Numéro de Juillet-Août.

Numéro de Septembre-Octobre.

Numéro de Novembre-Décembre.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

TABLE ALPHABÉTIQUE ET SIGNALÉTIQUE
DES MATIÈRES.

TOME VII. — ANNÉE 1864.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

PRINCIPAUX NOMS D'AUTEURS ET D'INVENTEUR

CITÉS DANS CE VOLUME.

TOME VII. — ANNÉE 1864.

N. B. Les noms des auteurs d'articles sont en petites majuscules.

Paris. — Typographie Hennuyer et fils, rue du Boulevard, 7.

Fig. 4.

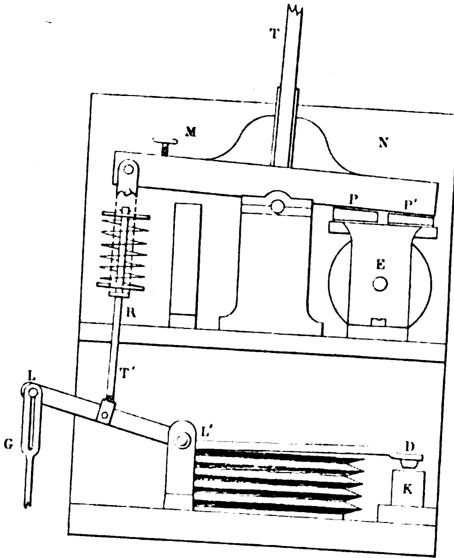
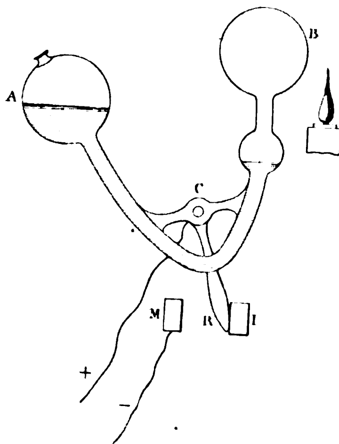


Fig. 8.



K

T"

Dulos sc.

Réponse aux théorie générale de la propagation par M. Lagarde.

Fig. 3.

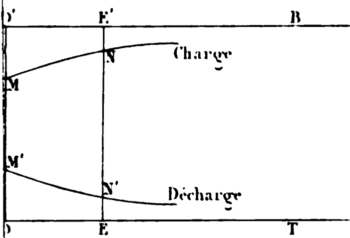
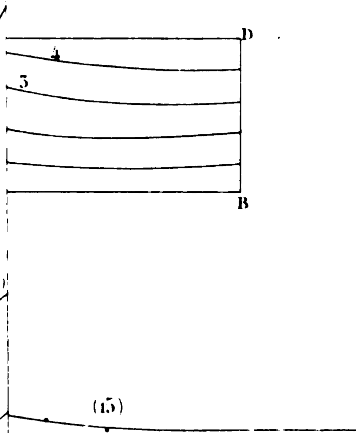


Fig. 2.



(1) B

A

B

A

(1)

(1)

6 7 8

8 Éléments et 100 kilomètres de résistance.

8 Éléments et 175 kilomètres de résistance.

8 Éléments et 200 kilomètres de résistance.

8 Éléments et 300 kilomètres de résistance.

8 Éléments et 400 kilomètres de résistance.

8 Éléments et 500 kilomètres de résistance.

8 Éléments et 600 kilomètres de résistance.

8 Éléments et 700 kilomètres de résistance.

8 Éléments et 800 kilomètres de résistance.

$\frac{1}{18^{1}/_{2}}$ $\frac{1}{10}$ — de seconde

Tube en fer creux de 1 1/2 millimètre d'épaisseur.

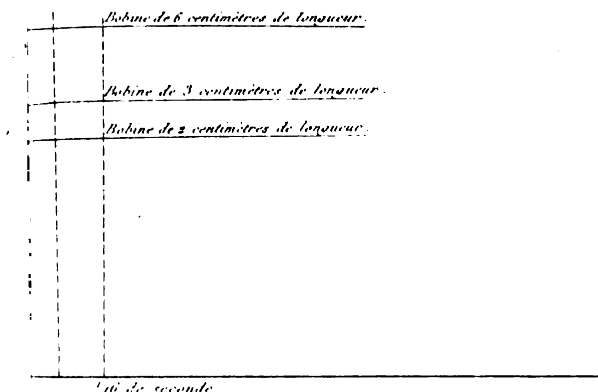
Tube en fer creux de 2 millimètres d'épaisseur.

Tube en fer creux de 2 1/2 millimètres d'épaisseur.

Tube en fer creux de 3 millimètres d'épaisseur.

Tube en fer plein de 10 millimètres de diamètre.

1/10 de seconde



Dulos sc.



